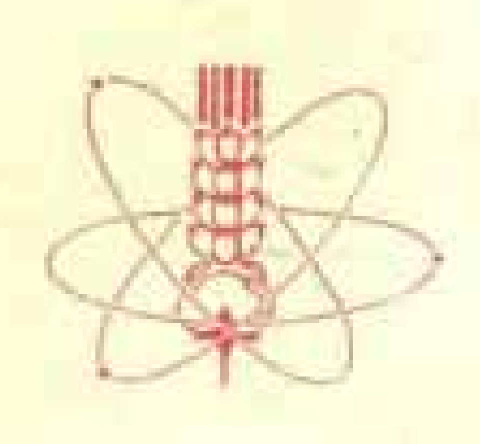
十万个为什么

SHI WAN GE WEISHENME

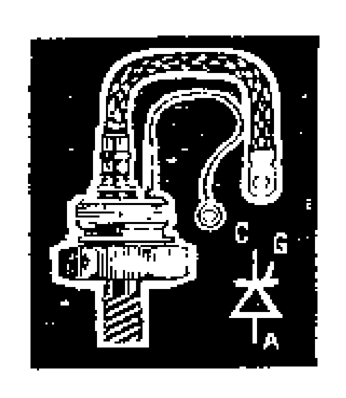
3

N 56
3.10





书 号: 13·4·53
定 价: 0.48 元



十万个为什么

上海市出版革命组

3

十万个为什么（3）

上海市出版革命组出版

（上海绍兴路5号）

新华书店上海发行所发行　上海群众印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32　印张 8.75　字数 146,000

1970年10月第1版　1970年10月第1次印刷

书号：13·4·53　　定价：0.48元

毛主席语录

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

备战、备荒、为人民

重版说明

《十万个为什么》这套书（1962年第一版，1965年修订本），过去在叛徒、内奸、工贼刘少奇的反革命修正主义文艺黑线和出版黑线的影响下，存在着不少错误，不突出伟大的毛泽东思想，不突出无产阶级政治，脱离三大革命运动实际，不少内容宣扬了知识万能，追求趣味性，散布了封、资、修的毒素。在伟大的无产阶级文化大革命运动中，广大工农兵和红卫兵小将，对这套书中的错误进行了严肃的批判，肃清修正主义文艺黑线和出版黑线的流毒。

最近，在有关部门的大力支持下，我们将这套书进行了修订，重版发行。这次修订重版时，删去了错误的内容，同时，增加了大约三分之一的新题目，遵循伟大领袖毛主席关于“**自力更生**”“**奋发图强**”“**备战、备荒、为人民**”的教导，反映三大革命运动和工农业生产实际，反映文化大革命以来我们伟大祖国在科学技术方面的新成就，使科学普及读物为无产阶级政治服务。

由于我们活学活用毛泽东思想不够，这次重版时，一定存在着不少缺点和错误，我们诚恳地欢迎广大工农兵和青

少年读者提出批评意见，帮助我们搞好斗、批、改，遵照伟大领袖毛主席的“**认真作好出版工作**”的教导，更好地为工农兵服务。

上海市出版革命组

一九七〇年八月

目 录

XL96CN

十二万五千瓩双水内冷汽轮发电机发出的电，有多大作用？

“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。”在中华人民共和国成立二十周年前夕，一台具有世界先进水平的十二万五千瓩双水内冷汽轮发电机组，经过运行试验，证明质量良好、性能优异，正式发电了。

这就是举世闻名的“一二五”工程。

这是上海工人阶级坚持毛主席“**独立自主、自力更生**”伟大方针所取得的又一巨大成就。

这台我国自行设计、制造、施工、安装的大型汽轮发电机组，不仅在发电机上采用了我国工人阶级首创的“双水内冷”这一世界最新冷却技术，而且在高温高压锅炉、中间再热汽轮机上，还采用了一系列世界先进技术，因而这台机组具有效率高、体积小、重量轻等许多特点。

1958年，我国工人阶级在毛主席无产阶级革命路线指引下，“**破除迷信，解放思想**”，首次制造成功了世界第一台一万二千瓩双水内冷发电机组。但是，叛徒、内奸、工贼刘少奇及其一伙却跳出来恶毒地诋毁和咒骂，妄图扼杀这一新生事物。1966年3月，上海汽轮机厂工人，为了给社会主义建设事业作出更大贡献，准备制造大功率、高温高压、中间再热式装置的汽轮机。这时，刘少奇及其一伙又百般阻挠，不让制造。相反，他们派了一个“电力考察团”到西欧资本主义国家，准备用1亿8千万元的高昂代价(相当于上海电机厂和上海汽轮机厂两个大厂的总投资)，进口一台中间再热机组。工人们听到这个消息，连肺都气炸了，他们激动地说：“帝、修、反如此欺侮我们，我们一定奋发图强，走自力更生的道路。中间再热式机组，我们中国工人阶级自己造!”

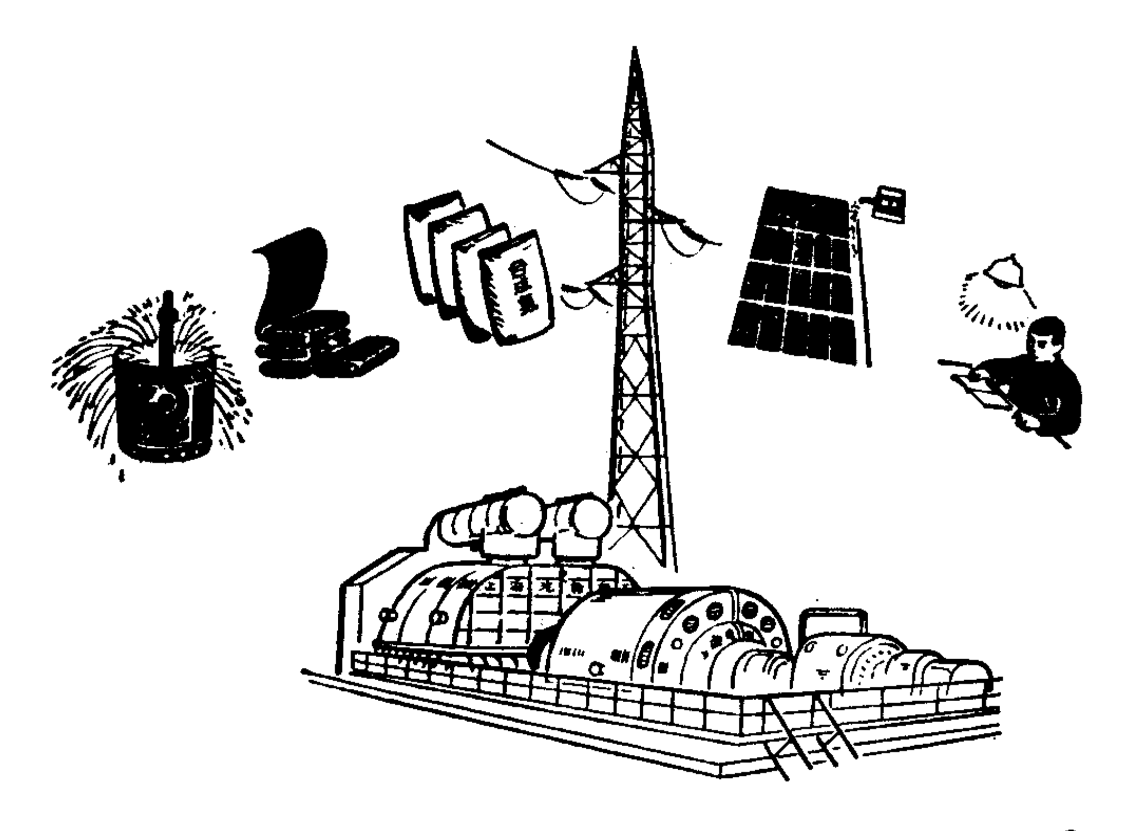
轰轰烈烈的无产阶级文化大革命，彻底摧毁了刘少奇的反革命修正主义路线。1968年11月，上海工人阶级实现了自己的愿望，光荣地接受了制造十二万五千瓩双水内冷汽轮发电机组的任务。上海工人阶级在“为毛主席争光，为祖国争光”的战斗口号下，发扬革命大协作精神，迅速组织这次战斗。12月5日，工程工地就把第一根水泥桩打入了地层，它宣告工程正式开工了。又是十二万五千瓩，又是12月5日，工人们以无比激动的心情，兴高彩烈地称工程为“一二五”工程。

在这场战斗中，上海工人阶级只用了十个月时间，花了很少的资金，就胜利地完成了这一巨大的工程，使世界第一台十二万五千瓩双水内冷汽轮发电机投入了生产，把强大的电流通向工厂、农村。

十二万五千瓩这是个多么巨大的数字啊！它究竟有多大的作用呢？

瓩，分开来讲，就是一个千瓦。瓦，是电工学中所说的瓦特，它的计算方法就是电压与电流的乘积，它指的是单位时间里所作的功，也称电功率。

一度电就是一个千瓦时。比如，一台发电机它的功率为一个瓩，运转一小时，那么我们说它发出了一度电。一只25瓦的灯泡用一小时，耗电0.025度，点上40小时，就耗



电一度。

同样，十二万五千瓩发电机组，它工作一小时就向外供电 125000 度电。这么大的发电量对工农业生产来说，作用是很大的，让我们举几个例子：

一度电可以炼钢 1.5 公斤。每小时发电 125000 度电，就可炼钢 187.5 吨，发一天电就可炼钢 4500 吨，一个月（以三十天计算）可炼 135000 吨，一年可炼 1620000 吨。

一度电可织布 10 米。“一二五”机组发出的电，一年可织 108 亿米布，七亿人口每年每人就能分得 15.4 米。

一度电可生产化肥（合成氨）0.5 公斤，一年就可生产合成氨 5 亿多公斤。

一度电可灌溉稻田（单季）1 分，一年就可以灌溉 1 亿多亩。

就照明来说，如果每户平均用电 100 瓦，那么十二万五千瓩机组生产的电，就可以供给 125 万户照明。也就是说，可以供给六百多万人口大城市的照明。

十二万五千瓩双水内冷汽轮发电机组高速度、高质量的胜利建成，在政治上、经济上都有重大的意义。

为什么大型电站要用超高压输电？

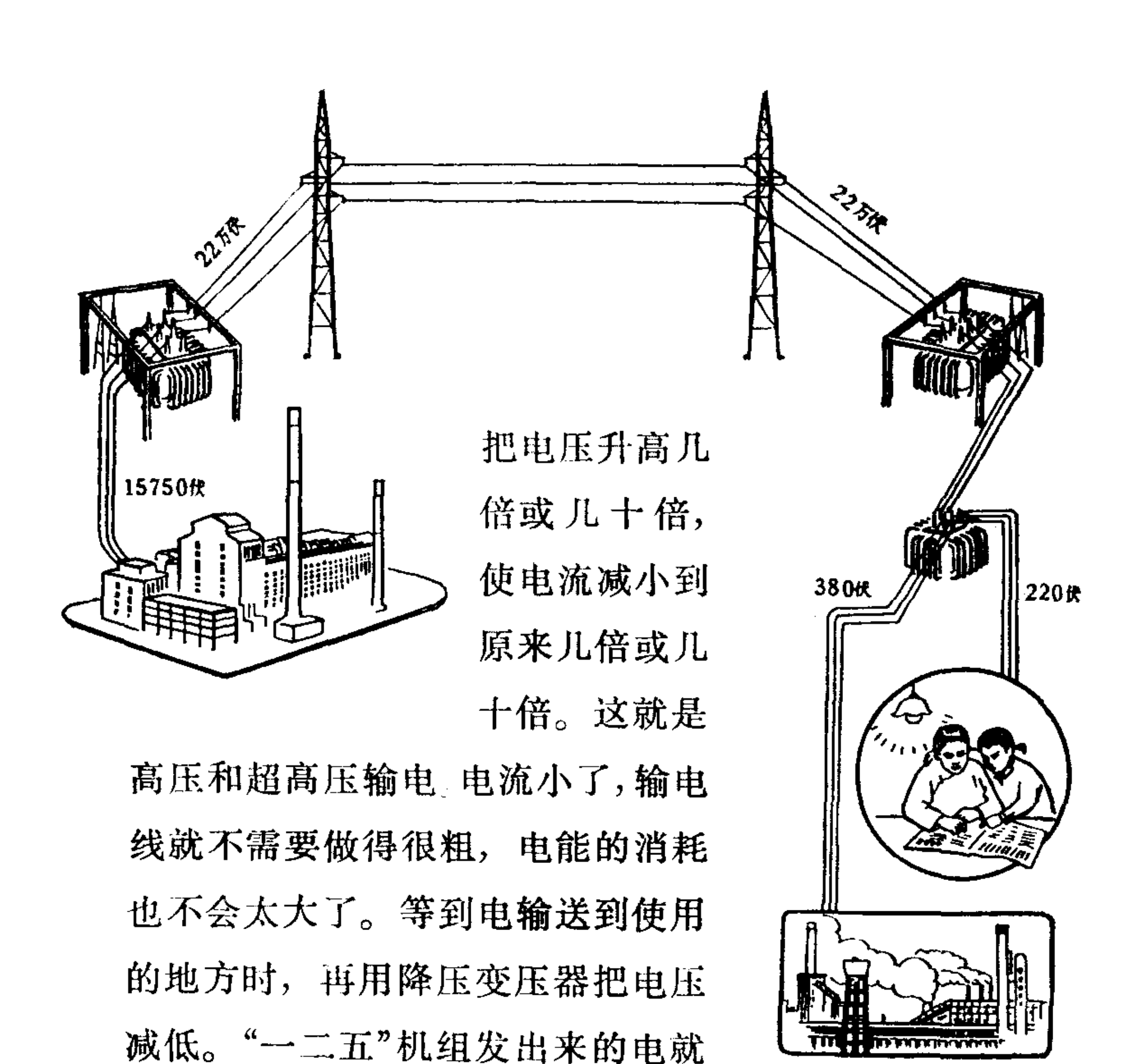
工厂、学校、住宅的用电，你知道是怎样从发电厂输送

来的吗？我们常用的220伏和380伏电压，是不是电厂发电机发出的电压原来就是这样的呢？

事情并不是那么简单，发电是一个复杂的过程，输电也同样是一个复杂的过程。大型的水力发电站和火力发电厂，它们发出来的电力，要供应范围很大的地区，因此往往要把电输送到几十公里、几百公里，甚至上千公里之外，这就要有一整套的输电设施。而长距离的输电，更不是一件简单的事情。我们知道，电流在导体内流动时，会遇到导体内部的阻力（称为电阻），正象水在管子中流动时会遇到管壁的摩擦阻力一样。电流为了克服导体的阻力，就要消耗一部分能量。大型发电厂发出来的电力非常大，这么大的电力经过输电线时，电能的消耗往往是很大的，而且电流越大，输电线越长，消耗的电能就会越多。因为输电线路越长，产生的电阻也越大。强大的电流通过输电线时，为了克服电阻，就会把一部分电能变成热能而散失掉，不仅大量浪费电能，甚至还会把输电线烧掉。

"一二五"机组发出来的电，电压是15750伏，它输出的电流就有近8000安培，这样大的电流通过输电线，就会产生高温，把大量的能消耗掉。因此，为了把强大电流输送时所消耗的电能减小到最低限度，这就要让电流的通道非常广阔，也就是要把输电线加粗（因为导线越粗，电阻越小）。但是这种方法，输送功率小的电力问题还不大，可是长距离

输送强大的电流，就要把电线做得很粗，甚至要加粗到几米，这实际上是不可能办到的，这么粗的电线可要用多大的铁架来支撑呵？于是人们用了另一种办法。我们知道，在电学上有一条定律：电功率＝电压×电流。根据这个定律，如果要使输送出去的电功率不变，就可以采用提高电压、减小电流的办法。就是将发电厂发出来的电，用升压变压器

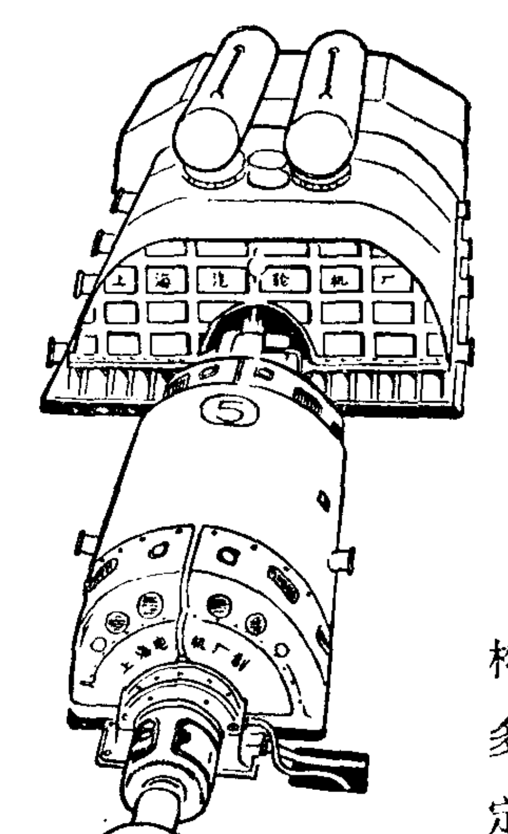


把电压升高几倍或几十倍，使电流减小到原来几倍或几十倍。这就是高压和超高压输电。电流小了，输电线就不需要做得很粗，电能的消耗也不会太大了。等到电输送到使用的地方时，再用降压变压器把电压减低。“一二五”机组发出来的电就

是先经过变压器升压，把电压升高到 11 万伏以及 22 万伏向外输送的，这样就不致使电能大量损耗。

这是发电厂发出来的电输送出去的第一步，也就是最关键的一步。但是用户得到的电，并不是直接从某一个电厂送来的。这话怎么讲呢？这是因为发电厂同用电的工矿、住宅不都是相距很近的，因此除了一些重要工矿企业直接由电厂供电外，一般全是通过电网，统一规划给用户的。象上海地区就是属于华东电网的。什么叫电网呢？就是华东地区的一些水力发电站和火力发电厂，通过远距离输电线，相互联结组成一个闭合环形输电线系统，通过一些中心变电所，进行控制调度，根据各地区的实际需要进行分配。每一个家庭照明和工厂用电，那就很难说这电是从哪一个电厂发的电了。比如我们用的自来水，假如各水厂的水全都集中到一个水塔，我们用到的水就很难说是哪一个水厂的了。即使有一个水厂检修或者突然出了故障，也不会影响你的用水。电网也是这样一个特点，一个电厂的发电机要检修或突然发生故障，如果电网电力很充足的话，就不会影响用户的用电。相反，一个电厂专供给一个单位或一个地区的话，那么万一这个厂发生故障或检修，就要直接影响这个单位和这个地区的用电了。

从以上就可以看出，整个供电过程就是：发电厂发电机发出的电，经过升压站升高电压，由高压输电线向外输出，



通过一个高压中心变电所，再进行降压，到地区变电所，再由地区变电所分配给各个用户。

什么叫双水内冷发电机?

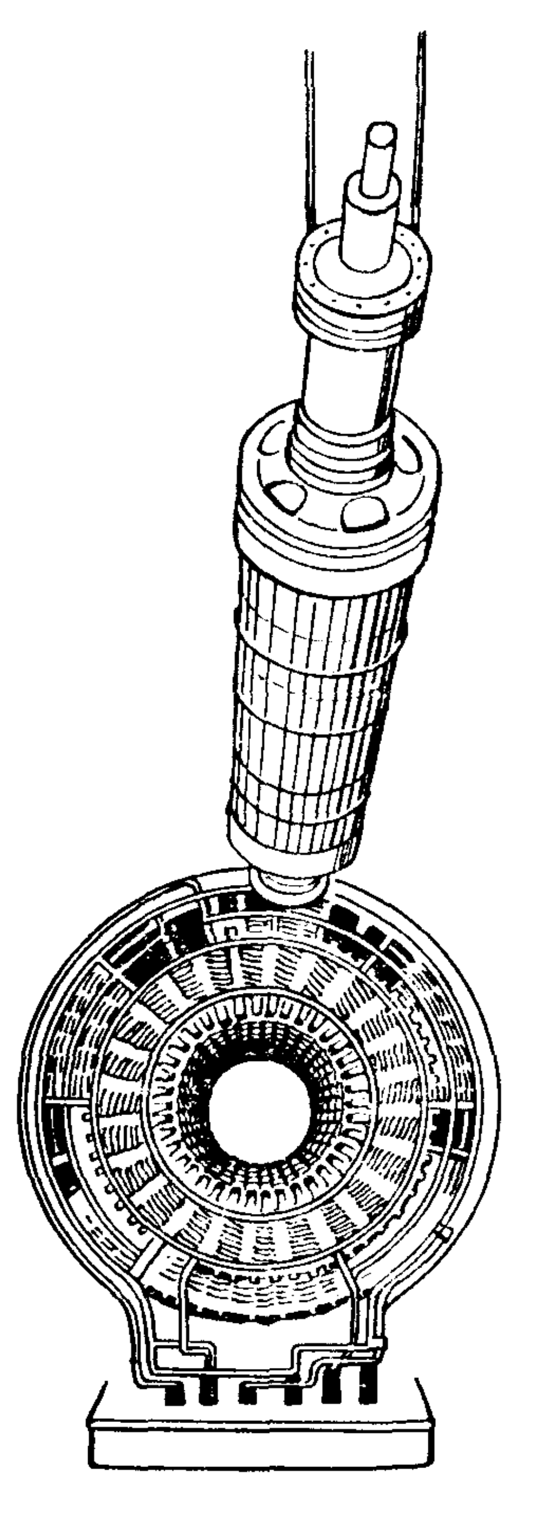
你见过发电机吗？发电机的构造和一般的马达(电动机)差不多。发电机主要由两个部分组成：定子(固定部分)和转子(转动部分)。转子通有直流电，主要是为了造成一个磁场，当汽轮机带动发电机旋转时，就在发电机定子部分输出交流电。因此，发电机在运转(发电)过程中，定子和转子都有电流通过，所以定子和转子的线圈都会产生高热。如果温度过高，就会把电机烧坏，因此必须要有一套完善的冷却设备，随时把发电机的热量带走，保证发电机的正常运行。

人们想了各种办法，以便把发电机内部的热量带走。到目前为止，发电机的冷却办法有三种，一种是空气冷却，一

种是氢气冷却，一种是水冷却。空气冷却是最老的一种，自从十九世纪八十年代开始制造发电机以来，首先采用的是空气冷却，就是从外面不断地把空气吹入发电机，把内部的热量带走，降低线圈的高温。后来人们又采用氢气冷却，方式与空气冷却差不多，只是因为氢气传热效果比空气好。发电机采用氢气冷却后，散热效率提高近四倍，这比空气冷却进了一步。到了三十年前，国外有人考虑到用水来代替空气或氢气冷却，可是直到 1956 年，才好不容易地研究出定子用水内冷的发电机。这叫单水内冷，就是把定子线圈的导线做成空心，水在里面不断地通过，带走热量。定子是电机的固定部分，用水冷却比较容易些。但是转子用水内冷的问题在外国一直没有解决。因为转子每分钟以三千转的高速进行旋转，产生了强大的离心力，它会使一公斤合金钢变成四、五吨重。在这样强大的离心力情况下，要把水通到转子的空心线圈里去，而且又要保证滴水不漏，这是很困难的。这一点把外国的资产阶级技术老爷们吓住了，他们认为这是不可设想的，有个资本主义国家的所谓技术“权威”，干脆把转子进水划为电机制造的“禁区”。

可是用毛泽东思想武装起来的中国工人阶级，在毛主席的建设社会主义总路线的照耀下，大步闯入了这个“禁区”，于 1958 年首先创造出了世界第一台双水内冷发电机，不仅定子线圈用水内冷，转子线圈也用水内冷。1958 年

以后，我国又不断制造了许多台双水内冷发电机。只过了短短的十年，到了1969年，在无产阶级文化大革命强劲东风的鼓舞下，我国工人阶级又胜利地制成了世界上独一无二的十二万五千瓩双水内冷汽轮发电机。这是我国社会主义建设事业中又一曲响彻云霄的毛泽东思想的凯歌！



为什么发电机用水冷却比较先进？

“在共产党领导下，只要有了人，什么人间奇迹也可以造出来”。十二万五千瓩双水内冷汽轮发电机的制造成功，充分说明了用毛泽东思想武装起来的中国工人阶级，一定能够在短时间内，赶上和超过世界先进工业水平，使我国从1954年起只会仿造外国空气冷却汽轮发电机的水平，一跃成为世

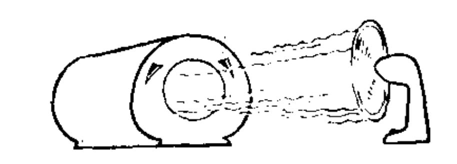
界上第一个制成双水内冷汽轮发电机的先进国家。

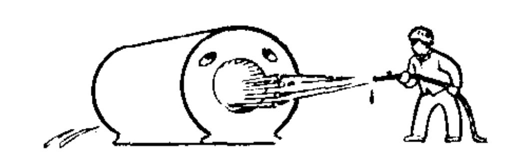
发电机用水冷却的效果,要比空气冷却、氢气冷却好得多。氢气因为传热效率比空气高,所以先进了一步;可是采用双水内冷的方法就更先进了。空气冷却和氢气冷却,都只是让空气和氢气在发电机定子和转子的线圈表面进行热交换。而水内冷是直接让水在线圈内部通过,散热效果大大提高。如果打一个比方,空气、氢气冷却好似搧扇子,而水内冷就象吃冷饮一样。因此,发电机水冷却的效果,分别为空气冷却和氢气冷却的五十倍和十二三倍。

发电机提高发电量的关键在于转子和定子的温度问题。转子和定子铜导线的外层是绝缘物,对于这层绝缘物来说,温度就不能过高,所以转子和定子的温度必须加以控制。而控制发电机温度的关键又在冷却。因此冷却方式的不同,更与发电机提高发电量有关系了。由于双水内冷的冷却效果非常好,因此同体积、同材料的发电机,双水内冷要比空气冷却、氢气冷却发出的电量大二至四倍。现在,我国工人阶级除了加速建造大、中、小型火力、水力发电站外,还对原有的一些发电机进行大胆的改革,把原来空气冷却和氢气冷却的发电机,改成为水冷却发电机。发电机的大小一样,改成水冷却以后,发电量却能大大提高,如原来五万瓩氢气冷却的发电机,在定子和转子的某些部位把它改成水内冷以后,发电量就可一下子提高50%,成为七万

五千瓩发电机了。

从这点我们就可以看出，由于采用双水内冷方法来冷却电机以后，发电机就可以制造得体积更小、重量更轻，用料也更省了。这里我们举几个例子来比较一下：美国一台十二万五千瓩氢气冷却发电机，重三百九十二吨；英国一台十二万瓩氢气冷却发电机，重二百零四吨；而我国这台十二万五千瓩双水内冷发电机，只有一百三十五吨重，而且以后还可以做得更轻一些。





同一容量的发电机，采用双水内冷，除了体积小、重量轻、材料省许多优点以外，还在各方面都显示出了它的优越性，制造和运输时都比较方便，又可以节约大量的高级合金钢，安装占地面积也小。由于双水内冷发电机的制造成功，从相对来看，我们就能更多更快地发展和制造更大容量的机电设备。不久的将来，我国工人阶级一定会制造出比十二万五千瓩更大容量的双水内冷汽轮发电机！

“一二五”机组的汽轮机为什么要“中间再热”？

发电机发电，必须有一种机械带动它旋转。没有建立电站的山区、农村常用柴油机带动发电机发电。因为柴油机的功率不大，所发电量也很小。而利用高压高温蒸汽去冲动汽轮机联动发电机发电，那它的发电量就相当大了。

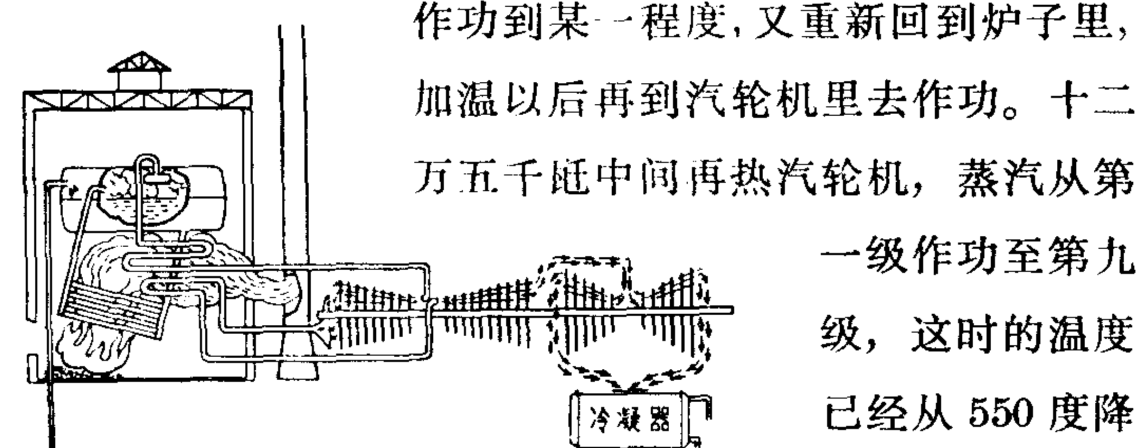
我国第一台十二万五千瓩双水内冷汽轮发电机组，就是以汽轮机作为原动力的。当这台机组正常运行时，汽轮机输出的机械功就有 170,000 匹马力。

汽轮机是依靠蒸汽冲动而转动的。因此，各种类型的汽轮机都是由固定部分、转动部分和控制部分组成。

固定部分(静止部分)是汽缸、隔板、轴封、轴承等；转动部分即汽轮机的转子，它是由主轴、叶轮和装在叶轮上的汽叶(叶片)所组成。控制部分就是调速系统、危急保安器和油系统。汽轮机里的汽缸按照汽压的高低，分成高、中、低三缸，隔板就嵌在汽缸壁上，使汽缸分成一档一档，而这些隔板就成为每一档的喷嘴。同样，转子按汽压高低，分成高、中、低压转子，转子的叶片装在叶轮上：高中压转子用整体锻出，低压转子用圆盘焊接而成。我们把每一组的叶片

和喷嘴称为一级。我国这台十二万五千瓩中间再热汽轮机一共是二十五级。锅炉产生的高温高压蒸汽，通过管道，经过喷嘴，流到汽轮机去，蒸汽以每秒钟几百米的速度，从喷嘴里喷射出来。从喷嘴喷射出来的高速蒸汽，推动着转子上的弧形叶片，使转子转动起来。

一般的汽轮机，蒸汽从第一级开始作功到最末一级排出为止，温度压力逐渐往下降低。所谓中间再热，就是蒸汽作功到某一程度，又重新回到炉子里，加温以后再到汽轮机里去作功。十二万五千瓩中间再热汽轮机，蒸汽从第一级作功至第九级，这时的温度已经从550度降低到330度，压力从141大气压（每平方厘米受压141公斤）降低到26大气压。对一般汽轮机来说，温度330度、压力26大气压的蒸汽，本应从第九级继续往下作功，但这台汽轮机不是这样，它把第九级出来的蒸汽再抽回到锅炉里去，利用锅炉烟道的热量，再把它提高到550度后，重新送到汽轮机里去，从第十级再往下作功。因此我们称它为中间再热。由于蒸汽的再加热，并降低排汽湿度（水分），使得中间再热式汽轮机的效率，比其它类型的汽轮机效率更高。

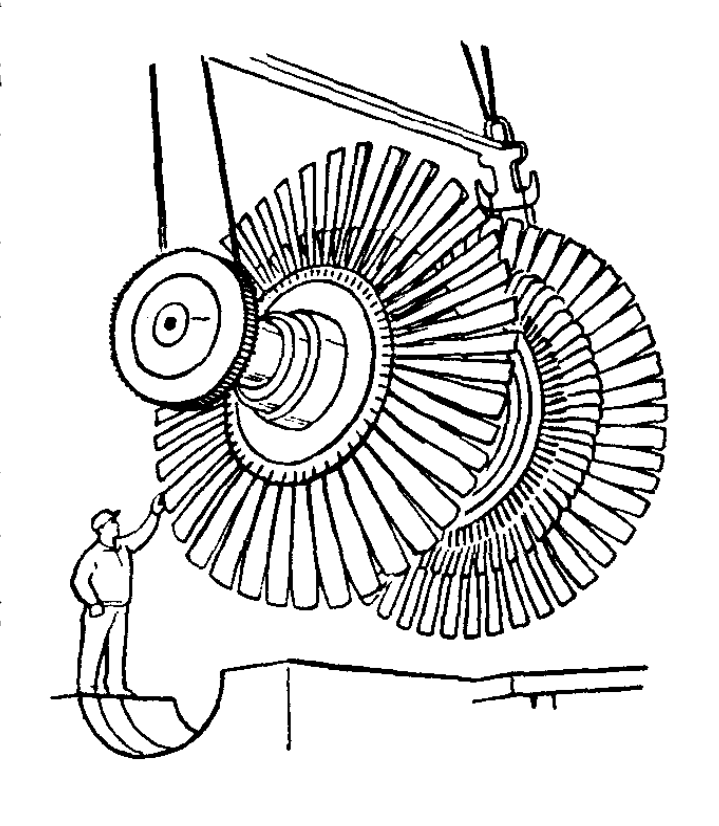


我国从 1954 年制造第一台六千瓩汽轮机，到 1969 年胜利制成了第一台十二万五千瓩中间再热汽轮机，这是世界机电制造业的奇迹。这一切成就归功于战无不胜的毛泽东思想，这是毛主席“**独立自主、自力更生**”伟大方针的产物。

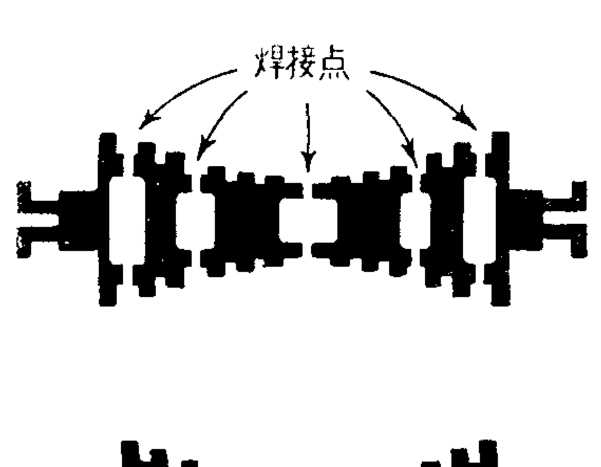
汽轮机转子为什么要做成空心?

汽轮机的转子是汽轮机的“主心骨”，质量的好坏，将直接关系到汽轮机能不能正常运转、发电机能不能正常发电。

“一二五”机组的汽轮机转子，按照所受蒸汽压力的大小，分成高压、中压、低压三个部分。而它的低压转子，是由好几段空心圆盘合金钢拼焊而成的。大型汽轮机的低压转子为什么要采用空心焊接呢？这是因为十二万五千瓩汽轮机的转子，高压、中压、低压部分不是一样粗的，而是逐渐地粗起来的，高压、



中压部分转子的直径，最细的地方只有半米左右，低压部分转子的直径最粗的地方，就有 1.3 米那么粗了。再装上手臂那么长的叶片，就要三四个人才能够合抱。整个转子把它竖起来有二层楼那么高，重达二十几吨。这样，我们就知道了，汽轮机转子的低压部分最粗。为了制造方便起见，汽轮机厂的工人同志采用了分段焊接的方法。这就为我国制造大容量汽轮机开辟了一条崭新的道路。制造大型转子，要受到铸钢、锻压、加工等设备的限制，特别象"一二五"机组汽轮机转子的低压部分，又粗又长，采用分段焊接以后，铸钢、锻压、加工就方便了。把低压转子做成空心的原因，主要是：一，便于焊接。1.3 米粗的低压转子，如果是实心的，你设想一下看，分段焊接时，怎样才能把两者的中间部分焊牢呢，不是很困难吗。做成空心以后，焊接就方便得多了。二，做成空心可以减轻转子的重量，使转子转动时更轻快，带动所需要的力可以更省。三，做成空心便于取样检定转子的金属性能。高级汽轮机转子的质量要求是很高的，都是高级合金钢做成的。为了





使它合乎规格，就要取样检定。我们知道，凡检定金属的质量，最有代表性的是金属整体的中心部分，空心转子就便于我们取样检定。另外，可以防止转子受热时的膨胀变形。如果说转子是实心的，当转子受热膨胀时，由于没有伸展余地，转轴容易变形弯曲；空心转子就有比较充分的伸展余地。

那么汽轮机转子的低压部分做成空心以后，会不会影响它的机械强度呢？不会的，因为转子的运行是圆周运动，转轴受到的是切向应力，而不是正面的挤压力，因此关系不大。

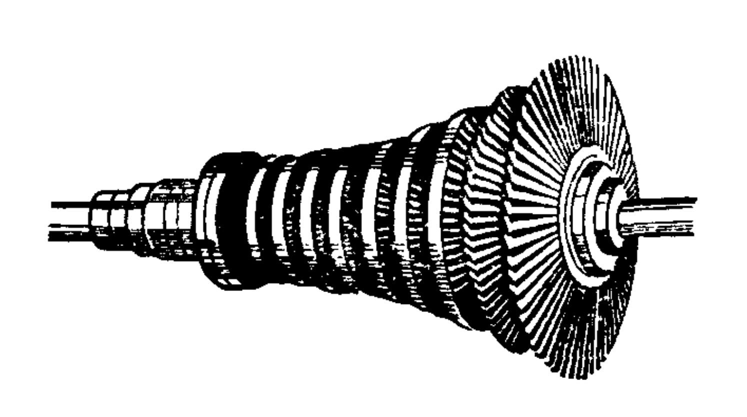
空心转子的焊接，在世界上还是一项最新技术，焊接时，要将转子加热到五百多度高温；焊接后，整个转子的变形程度不能相差几根头发丝。有些老牌资本主义国家，焊接这样一根低压空心转子，最快也要个把月，而“一二五”机组的建设者，遵循毛主席“**打破洋框框，走自己工业发展道路**”的教导，他们经过对焊接设备的改革，以顽强的战斗精神，只用了二十天时间，就完成了这一任务，保证了整套机组的安装。

为什么汽轮机里的叶片有大有小？

汽轮机的旋转部分通称转子，它由主轴、叶轮、叶片和

其它零件组成。大型汽轮机的转轴，好似一把只打开了一半的雨伞。

叶片是镶到叶轮上去的，汽轮机是靠高压高温蒸汽冲动叶片带动转轴旋转的。因此叶片的质量要求很高，要用高级合金钢来作原料。



为什么整个转子的形状，象一把半打开的雨伞呢?原来,十二万五千瓩中间再热汽轮机,它一共有四千八百片叶片。这些叶片的大小很不一样,最小的只有大拇指的一半长(23毫米),而最大的就比手臂还要长(700毫米)。那末,为什么叶片要做得大小不一呢?一圈喷嘴和一圈叶片称为一级，十二万五千瓩中间再热汽轮机共有二十五级。这二十五级,各级的蒸汽压力是不相同的,第一级受到的是蒸汽进口压力,因此它的压力最高,而最末一级是汽轮机的排汽压力,压力最低。汽轮机的叶片排列正好和蒸汽压力相反,第一级最小,以后各级叶片逐渐增大,到最末一级叶片就最大,因此整个转子看上去就象一把半打开的雨伞。

那么为什么蒸汽压力高，叶片反而要做得小呢?这是为了使汽轮机转轴各部分受到的蒸汽冲击力，大小能够一致的缘故。我们知道，蒸汽的压力和容积的关系是成反比

的。第一级蒸汽压力最大，而这时的蒸汽容积就最小，因此叶片就做得最小；当蒸汽一级一级通下去时，它的压力逐渐减低，随之它的容积也逐渐增大，于是蒸汽的导通面积就得增大，因此叶片也就要做得大一些。如果把每一级的叶片做成同样大小的话，那么转轴各个部分受到蒸汽的冲击力，就有大小，转轴旋转起来就要不平稳了。这就是汽轮机叶片从小到大的道理。



叶片是转子的重要部件。叶片的工作条件是非常艰巨的，温度高而又经常在变化，还受着相当大的离心力和弯曲力的作用。在运行中，如果叶片折断，就会引起设备的严重损坏。因此，叶片的材料，以及制造工艺，都有相当高的要求，象十二万五千瓩中间再热汽轮机的叶片，加工时精密度的误差就不能超过头发丝的三分之一。

参加“一二五”工程建设的工人同志和革命的科技人员，在党的领导下，经过四个月的奋战，就高质快速地制造成功了我国第一台十二万五千瓩中间再热汽轮机。

汽轮发电机为什么能保持稳定的转速？

电力是发电厂的产品，它同其它工业生产一样也有质

量要求，即送出的电力要保持规定的周波和电压。才能满足用户的需要。比如在日常生活中，电压低了，电灯就会暗些；周波低了，风扇、电钟就会慢下来。尤其在工业生产上将会产生不良后果。

交流电的周波一般为50周，就是每秒钟在每对磁极之间往返变化50次。发电机中有一对或几对磁极，数量是由电机转速来决定的。十二万五千瓩双水内冷发电机每分钟3000转，因此只要一对磁极；如果有的电机每分钟1500转，就要两对磁极，达到同样的50周波。因此，为了要保持50周波就必须使汽轮发电机始终维持在每分钟3000转（或1500转、1000转、750转……）。

由于交流电的不可储存性，就是说发出的电始终等于用户的需电量。这样，当用户用电量（称负荷）改变时，就要引起汽轮机轴上转速的改变。负荷增加时，转速要减低，负荷减少时，转速会增加。用什么办法使负荷增减时，发电机的转速始终不变呢？人们用调节进气量多少的办法来控制，使发出的电始终和用户的用电量相等。打个比喻，驾驶员开汽车，如果在同样油门下，载重多的车子走得就慢，载重少的汽车走得就快，根据这个道理，驾驶员就控制油门大小，来调整汽车的行驶速度。几乎用差不多的道理，人们在汽轮机的蒸汽进入的地方（汽缸前）装了一种调速器，让蒸汽首先经过调速汽门，再进入汽缸内去冲动汽轮机转子。这套调速

系统的基本原理，就是以每分钟3000转为标准，随着用户用电量的改变，速度在每分钟3000转上下变化时，根据离心力的作用，开大或关小汽门的进汽量。这样，就能自动地使汽轮发电机始终稳定地运行。

如果碰上这样一种状况，由于外面的负荷突然减小，而汽轮机的转速超过了限额，这时候，调速系统又失灵，那怎么办呢？为了防止这种情况，所以又在调速系统里装上一种重要部件，叫危急保安器，当汽轮机转速超过规定限额，就把主汽门关闭，隔断蒸汽的进路，保证机组安全。

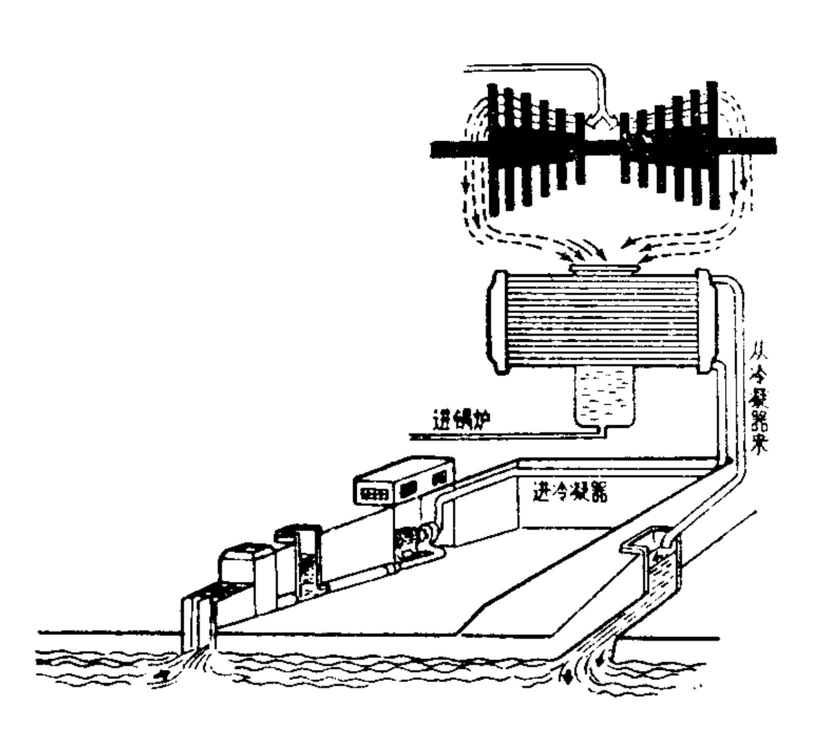
送到汽轮机里去的蒸汽跑到哪里去了？

巨型锅炉产生的强大的高压高温蒸汽，一刻不歇地冲击着十二万五千瓩汽轮机，使这台机组整天整夜地高速旋转。

机组满发十二万五千瓩，它每小时就需要400吨蒸汽量。每小时400吨蒸汽进入汽轮机汽缸，怎么到最后不见它出来呢？真的给汽轮机“吃”掉了呢？还是向外排掉了？都不是。我们说汽轮机既不会把蒸汽“吃”掉，同时人们也不舍得把蒸汽排掉，要知道从锅炉出来的蒸汽是很宝贵的。原来，汽轮机最后一级的出口，是与汽轮机肚子下面的一只冷凝器连结着的。汽轮机最后排出来的蒸汽，源源不断地

送到冷凝器里去，冷凝器也不断地把蒸汽冷却下来，使蒸汽凝结成水(实际上是蒸馏水)，再送回到锅炉去重新加热。那么冷凝器是怎样把蒸汽冷凝成水的呢？冷凝器实际上是一种表面式的热交换器。十二万五千瓩机组的这只冷凝器，高达数层楼，重 120 吨。从结构上看，外面是一个圆筒形的罐形体，里面密密麻麻地排列着铜管，看上去好似一个蜂窝。当蒸汽从汽轮机末级出来进入冷凝器时，铜管内循环地通有黄浦江水，就很快地使蒸汽冷却，成为冷凝水。

冷凝器的任务基本上有两个。一方面是使汽轮机的尾部(通过抽气器)始终造成真空。气体总是从高压往低压、从低压往真空流动的，使汽轮机尾部造成真空以后，这样就可以使进入汽轮机的蒸汽尽可能多地放出热能来，起更大的作用。冷凝器的另一方面任务，是把冷凝水(通过水泵)重新打入锅炉再加热，来一个物归原主。



要把 400 吨的蒸汽冷凝下来，每小时就需要 18500 吨

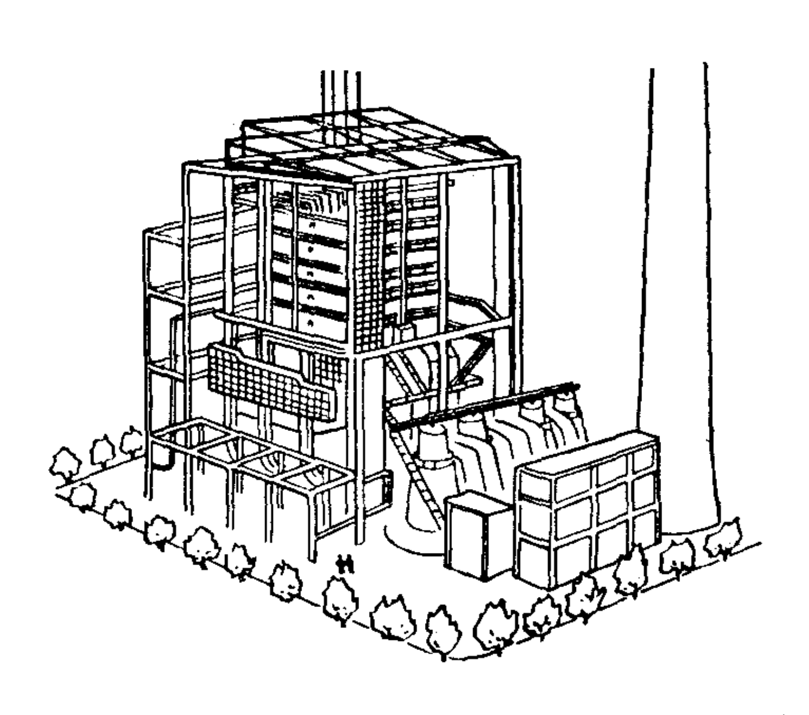
黄浦江水。这么大的水量,假如我们用常见的50吨水塔来比较一下的话，那么就要有三百七十个50吨水塔来供应。一小时18500吨的黄浦江水,在起了冷凝作用以后,又回到黄浦江放掉了。整个冷凝过程,实质上是18500吨换取400吨。看到这里,也许你不禁要问,这样合算吗?要知道电厂锅炉里用的水，不是一般的水，是化学处理过的很纯洁的水,否则锅炉会积水垢的,严重了还会爆炸。而蒸汽冷凝的水,是很纯洁的水,所以非常宝贵,要加以回收。

中间再热锅炉怎样产生高压高温蒸汽?

十二万五千瓩双水内冷汽轮发电机组，横搁在宽敞宏伟的运转车间八米高的水泥基础上，它犹如一头巨象安静地站立在大厅中央。在机组的左侧，就是一幢十五层楼高的钢铁大楼，我国第一台400吨中间再热高压高温锅炉就巍然挺立在那里。从炉顶倒挂下来的两根直径半米粗的蒸汽管道,经两个拐弯直插机组肚底，它象一个巨人，弯曲着双臂,把这头巨象轻轻托起。

“一二五”机组的锅炉,每天就要吞食近千吨的煤,它每小时能吐出400吨蒸汽(压力150大气压,温度550度)。

这高温高压的蒸汽究竟是怎样产生的呢?这台数十米高的炉子,形状就和一座房间相仿，四周是炉壁，中间是空



的。炉壁不是用砖砌起来的，是由密密麻麻的直径25毫米的合金钢管拼竖起来的，这些管子称为水冷壁管，里面都装满了水，中间空的部位，就是炉膛，也叫燃烧室。锅炉运行的时候，不是我们所想象的那样，把煤一铲一铲往里抛，它是通过十六个喷口，把煤粉或经过雾化的油喷到里面进行燃烧的。因此，当炉膛开始燃烧以后，充满水的水冷壁管就直接吸收了炉膛内的热量，产生蒸汽。那末，水冷壁管里的水哪里来的呢？所产生的蒸汽又是怎样送到汽轮机那里去的呢？

参观过电厂的同志，到了锅炉房，抬头就能看到横挂在炉顶上的一只锅，这只锅，就是我们常说的汽包。汽包，它能起到水箱和蓄汽两个作用，在汽包里，上层是汽，下层是水。高压高温蒸汽产生的过程就是：经过水处理后的软水，由给水泵把它打入汽包，这样汽包就成了水箱。在汽包的肚底下，再引出管子，使汽包中的水依靠自重，顺着管子下降到联箱，通过联箱再灌到水冷壁管中去。水冷壁管中汽

化了的蒸汽，靠冷热对流的作用再从汽包的腰部进入汽包。炉膛不断地燃烧，汽包里的蒸汽就愈聚愈多，压力也随之上升，一直到我们所规定的压力（150大气压）。但这时候温度还不到规定的要求，因此把蒸汽送到过热器里，利用1000多度烟道的高温，将蒸汽加热到规定所需要的550度。然后从两根半米粗的管道，把高压高温蒸汽送到汽轮机去。

那中间再热又是什么呢？就是把从十二万五千瓩中间再热汽轮机第九级抽出来的蒸汽，通到锅炉的再热器里，也象过热器一样，利用烟道的热，把蒸汽的温度再提高，然后把再热的蒸汽从汽轮机第十级送进去，继续带动汽轮机。这种多一套再热设备的锅炉，我们就称它为中间再热锅炉。这是一种新型的大型锅炉。

输送蒸汽的管道，为什么里面不能留一粒沙子？

当你踏进巍然挺立的“一二五”机组的四百吨中间再热锅炉车间，就能一眼望见两根几十米长、有合抱粗细（直径半米）的管道，它象两条巨蟒从半空中倒挂而下，然后转了几个弯，一头扎在汽轮机上。这就是把锅炉产生的高温高压蒸汽源源不断地输送到汽轮机作功的蒸汽管道。

在这样大的管道里，竟然容不得一粒沙子？

是的，在管道里即使留有少许杂物，都会使高速运转的汽轮机发生巨大的事故。

我们知道，高温高压蒸汽作功的过程，就是把蒸汽的热能，转换成动能，推动汽轮机作功的过程。换句话说，即蒸汽通过汽轮机的喷嘴，获得每秒钟六、七百米（有时还超过一千米）的高速去推动汽轮机转子。如果蒸汽中夹杂了沙子、铁屑，不就颗颗变成破坏力很大的“枪弹”，而把精密的机件打坏

那末，蒸汽管道中的沙子、杂物从哪儿来的？由于蒸汽管道中有许多弯头，而这些大口径合金钢管的弯头，都是充沙加热到一千多度热弯出来的。一般管子进行热弯的时候，要在里面装黄沙，目的是为了管子热弯的时候不变形；可是要弯半米粗的合金钢，光装黄沙还不行，因为加热到一千多度后，钢管膨胀比较大，而管子里黄沙没有膨胀得那么厉害，所以热弯大型钢管时，不仅要充塞黄沙，还要放进铁丸子进行填实。铁丸子膨胀性能比黄沙好，在一千度高温下，铁丸子和黄沙把钢管塞得实实的，这样热弯时钢管就不会变形了。由于这两根半米粗合金钢管是充黄沙和塞铁丸子热弯的，因此在高温下，管子内壁要氧化，产生氧化铁层，充在管子内的黄沙也会烧结在管壁上。工人们为了清除附在管壁上的氧化铁和沙子，通常采用压缩空气风枪喷沙清

洗，就是用高速的压缩空气把一种很硬的钢沙喷射到管壁上，把附在壁上的沙子、氧化铁等杂物清除掉。

这是一个非常艰苦而又重要的工作。“一二五”工程的安装工人同志，争挑重担，把这项工作主动抢下来。工作一开始，疾风卷起黄沙，真是一片“飞沙走石”，烟雾弥漫，连呼吸也感到困难。但是他们在毛泽东思想指引下，不怕苦，不怕难，冒严寒，日夜干。

喷沙清洗结束了，但是质量怎么检查？每根八、九米长的管子，中间有个九十度的弯头，手电筒打进去，还是黑洞洞的，看不清。这时，工人同志们毅然决定：钻到管里去检查！但是管口小，人穿着棉衣根本钻不进，就在这严寒的冬天，工人同志脱去棉衣，只穿一件单衣往里钻！经过几十分钟的艰苦战斗，以“**一不怕苦，二不怕死**”的革命精神，胜利完成了钢管检查的任务，使蒸汽管道的内壁不留一点沙子和杂质。

工人阶级是怎样压倒“OK”焊条的？

把金属局部加热到液态或塑性状态，而使之永久结合的过程，称为焊接。

焊接是固体结合方法之一。目前工业上使用最广泛的是电弧焊，即人们通常所称的电焊。

电焊有很多操作方法：手工电弧焊、自动电弧焊、氩弧焊……，其中手工电弧焊应用最为普遍。手工电弧焊采用金属电焊条，这种焊条由焊芯与涂料（焊条的外衣，也称药皮）组成。焊芯是焊接电流的传导者，同时又是填充金属；涂料则能在熔化时产生大量的气体及熔渣，当金属熔滴从焊条经由电弧过渡到焊缝中去的时候，它能很好地保护熔敷金属不受空气中氧气和氮气的有害影响。此外，涂料产生的焊渣掩盖在焊缝上面一厚层，使熔融金属慢慢地凝固，这样，使熔融的金属不能与空气交互作用，又可以让溶解于金属中的气体挥发出来，使熔敷金属的中间几乎没有气孔，达到比较高的稠密程度，接近母材（被焊接物）的密度。

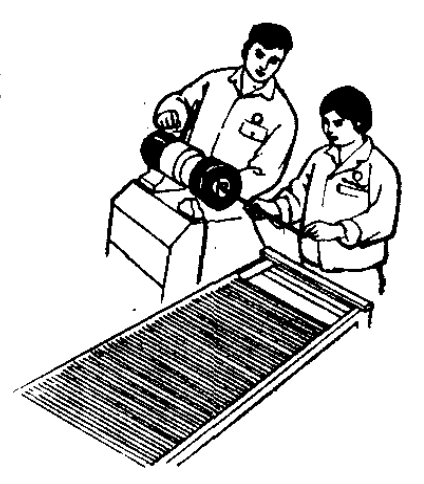
为了适应焊接各种不同钢材的需要，焊条分很多种类。不同质的钢材，焊接就需用不同质的焊条。就是焊条与母材的强度、化学成份要相等。例如焊接耐热合金钢，就需用耐热合金钢焊条，如用其他焊条，在高温下焊缝就会被破坏。焊接不锈钢，就需用不锈钢焊条，如用其他焊条，焊缝就不能耐腐蚀。

“一二五”工程的400吨锅炉，体积相当于上海中百公司大楼，据统计，内有3万多根各种形状的高级合金钢管，6万多个高压焊口，钢管内要承受141大气压力（超高压）和摄氏550度高温，因此焊口的质量要求非常高，同时我国也没有适应这种高级合金钢管的焊条。就是用所谓世界

"王牌" OKSP 焊条来焊接，质量也过不了关，而且还要焊两次。

焊接问题成了锅炉制造与安装的"桥头堡"，这个问题不解决，制造与安装就无法进行，整个工程就要停下来，怎么办？

"最聪明、最有才能的，是最有实践经验的战士。"为"一二五"工程承担制造电焊条的工厂，只有一个生产普通碳钢焊条的焊条车间，但是他们发扬敢想、敢干的大无畏革命精神，做到原料不进口，以最低的成本制造出了新型的高级合金钢焊条。焊接高压高温高级合金钢管道的电焊条，焊芯本来要用高级合金钢，但中国工人阶级创造了一个十分巧妙的办法，就是焊芯不用高级合金钢，而用低合金钢，并在焊条外衣——药皮里掺进合金元素，通过焊接过程中本身产生的高温，使药皮里的合金元素熔到焊口上的低合金钢里去，这样就变成了高级合金钢，达到十分良好的焊接效果。



他们是经过了七天七夜的苦战和近二百次的试验，才攻下了锅炉高级合金钢管焊接的这个"桥头堡"。经过鉴定，国产的高级合金钢焊条的质量和性能，不论是抗拉强度、冲击韧性或冷弯性能，都超过了 OKSP 电焊条。

中国工人阶级就是有志气，敢于赶上和超过世界的先进水平。

变压器为什么能带电带油烧焊？

油中禁止烧焊——这几乎是世界上有电焊史来，一直被视为不可逾越的"法律"。

油中为什么不能焊接呢？因为油是易挥发、易燃烧的液体，而在电焊时，电弧产生的温度高达一万度，在这样的高温下，受热挥发的油汽极易燃烧爆炸。世界上由于焊接而造成油库、油箱、油管的爆炸事故确是屡见不鲜。所以，人们为了防止盛油容器在烧焊时发生爆炸，往往事先用蒸汽冲洗清洁。

在"一二五"工程中，上海工人阶级冲破了这个技术"禁区"，成功地实现了变压器带电油中烧焊，创造了又一个世界奇迹。

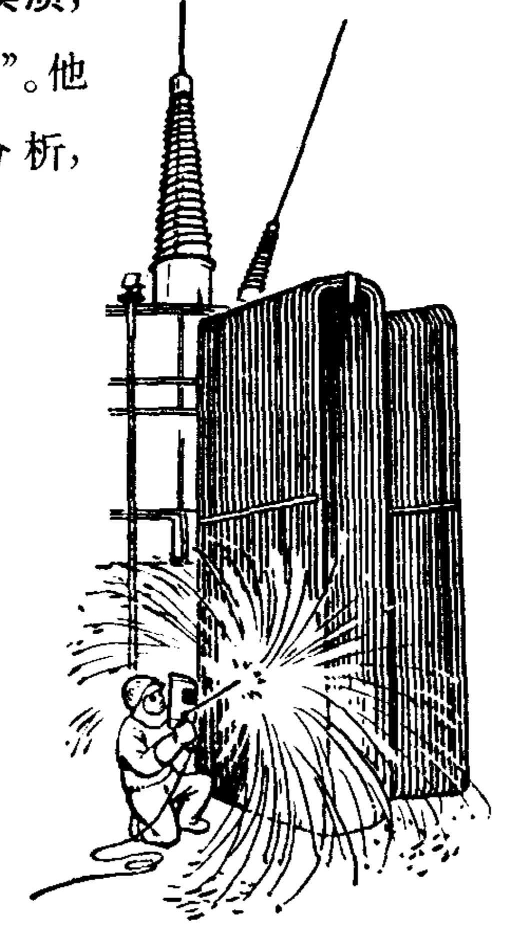
"一二五"配套的一台台巨型变压器，为了改进冷却效果，使它的容量提高50%，就要改装，外壳烧焊是必不可少的工序。这两三丈见方的大家伙，里面盛着六七十度的变压器油，油中通的是二十二万伏超高压电。要进行烧焊，不是很危险吗。俗话说"火上添油"，这不成了"油中点火"了吗？

怎么焊呢？有人说，将变压器停下来，把二、三十吨的油放光，用蒸汽冲清再焊。但是，这样停一停，要耽搁十几天，至少要少发2546万度电。这样做，同多快好省的革命方针背道而驰，我们不干！

电气工人和电焊工人大胆提出：不停电油中烧焊。

油中烧焊有危险，再加上不停电，变压器上二十二万伏高压电连鸟也不敢飞近，危险加危险，这个关能不能攻克？为了狠狠打击帝、修、反，给社会主义祖国争光，工人们没有被困难吓倒，他们认真学习毛主席的教导：

“我们看事情必须要看它的实质，而把它的现象只看作入门的向导”。他们抓住变压器的特定条件进行分析，认为：



一、焊接点虽然有近万度的高温，但是变压器内有大量的油，而且这油是不停地循环往返的，被局部加热的油立即就流走了，因此烧不起来；

二、燃烧、爆炸要有空气，而变压器内是没有空气的，爆炸的条件比较缺乏；

三、即使少量的油烧起来

了(因为焊口处的油是往外流的),火烧不到里面去。

根据这个分析,工人们认为在特定条件下,变压器油中烧焊是安全的。

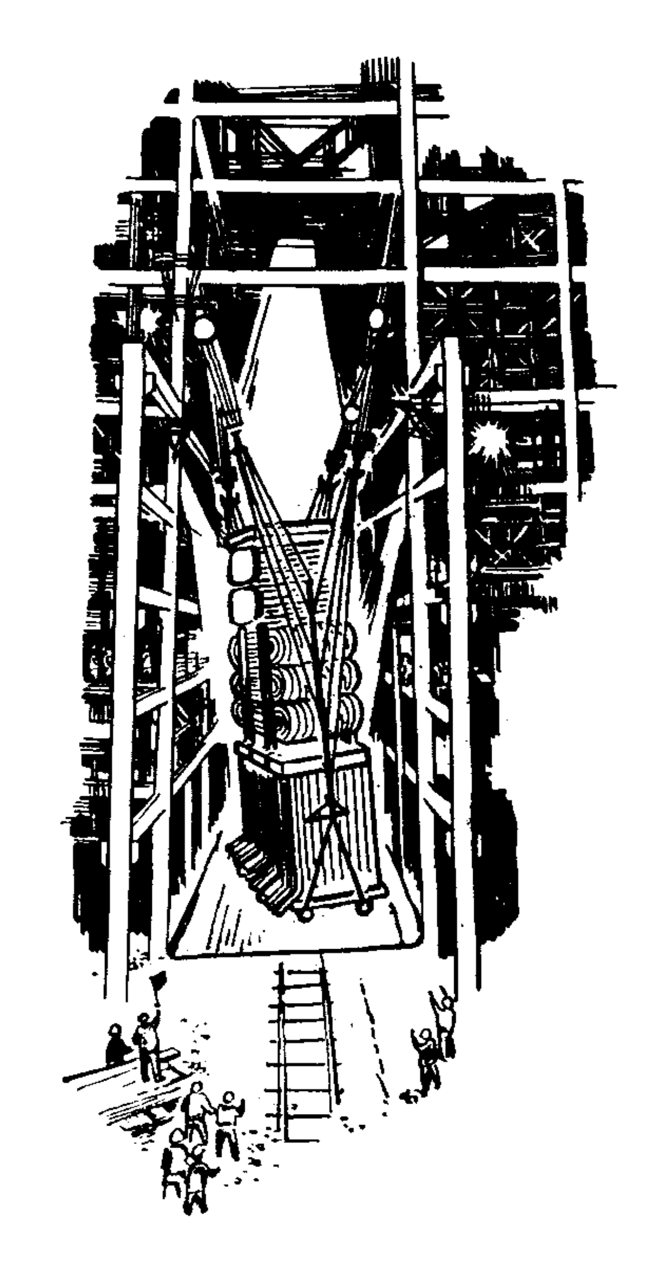
虽然有了这许多可以带电油中烧焊的条件,但在实际操作上仍然存在着一定的危险。电焊工人发扬了“**一不怕苦,二不怕死**”的革命精神,冒着向外流出的火焰,顶着喷到头上的高温,激战四个小时,终于完成了变压器带电油中烧焊的战斗任务,为社会主义建设作出了新的贡献。

十吨卷扬机为什么能起吊二百六十吨锅炉三大件?

同志,你听说过起重量只有十吨的卷扬机,吊起二百六十多吨的“三大件”吗? 然而,这种“蚂蚁背大象”的事情,在“一二五”工地上确是数不胜数的。

“一二五”发电机组是由成千上万个部件联合组成的。单是四百吨中间再热锅炉,就由膜式水冷壁、过热器、再热器、省煤器、空气预热器等二十来个组件,这些组件都超高、超大、超重,最轻五、六十吨,重的一百五、六十吨。这么重的东西,用什么起吊呢? 工地上仅有的一台半土半洋的桅式起重机,最多只能吊六十吨;即使有大型起重机,由于锅

炉房顶上大横梁纵横交错，四周大柱子林立，也很难发挥起重机的作用。怎么办？毛主席教导我们："**群众是真正的英雄**"，"**最聪明、最有才能的，是最有实践经验的战士**"。起重工人一讨论，就大胆提出化不利因素为有利因素的大胆方案——充分运用锅炉房内纵横交错的横梁和大柱，把它们作为土法起吊的靠山，他们坚定地说："自力更生，办法无穷；土法上马，定叫卷扬葫芦显神通！"



卷扬机配上葫芦（也叫动滑轮），为什么能吊起更重的物件呢——也就是说，使用葫芦后为什么能够省力？

在日常生产中，我们起吊一个重物，往往觉得用一个动滑轮后，虽然吊到同样高度，要多拉一倍绳子，却可以省一半力气。这是因为，提升物件的过程，是我们克服重力作功的过程，这个功的大小等于力乘以提升高度。想要

省力一半，必然使绳子多拉一倍。如果我们由十个动滑轮组成一个滑轮组，那末，我们只须用十分之一的力气。那样的话，十吨卷扬机就可以提升一百吨重物了。当然我们拉葫芦的绳子要比重物提升高度长十倍！

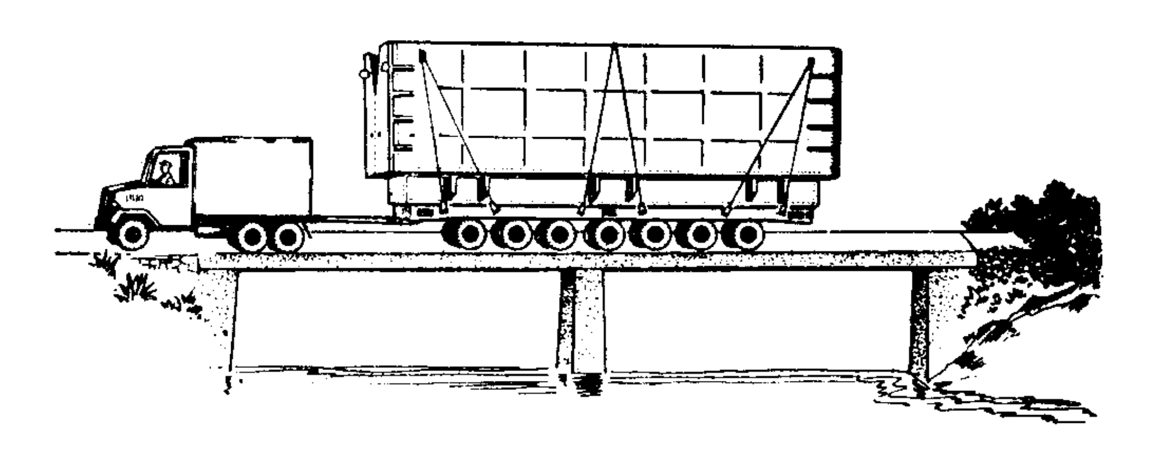
起重工人就是大胆运用这个道理，在锅炉房四角的四根大柱子顶上各装一个十门葫芦，用四台十吨卷扬机进行联合起吊。

起吊工具有了，但是部件这么多，一个一个吊吗？这对于起重工人是既方便又安全，但是，对于安装、电焊工人必须在三十多米高空进行作业比较危险，施工进度又慢。我们的起重工人敢担风险，争挑重担，他们想的是为毛主席争光，想的是速度，想的是给兄弟班组以方便。"情愿自己多流汗，也让电焊工人地上干！"毅然提出把重达二百六十多吨的"省煤器、过热器、再热器"三大件在地上组合，一次起吊。这好似四个人打夯一样，各人拉一根绳子，把夯砧拎起来；四根大柱子等于打夯时四个人的拉力，把重二百六十吨的三大件提升了上来。在起吊过程中，起重工人排除了一个又一个由于超重带来的设备障碍，终于一次起吊成功，创造了吊装史上的奇迹，提前三十七天完成了巨型锅炉的安装任务！

十三吨小桥为什么能通过载重一百二十吨的车子？

十二万五千瓩双水内冷汽轮发电机组的冷凝器，又高又大又重，是个庞然大物，它有两层楼那么高，重达一百二十吨。由谁来运输这个庞然大物呢？这个光荣而又艰巨的任务，落到了上海运输工人的肩上，由载重一百五十吨的大型平板挂车把冷凝器装运到"一二五"工地。

在运往"一二五"工地去的路上，有一座负重十三吨的公路桥，桥面和平板车几乎一样宽。装运着一百二十吨重冷凝器的大型平板车能不能通过这座桥呢？有人表示没有把握，提出最好绕道或者另外搭一座便桥。可是运输工人意志坚，遵照毛主席"**我们需要的是热烈而镇定的情绪，紧张而有秩序的工作**"的教导，把革命精神与科学态度结合起来，既发扬人的主观能动作用，又严格按照科学态度办事，经过计算，一百六十吨（装载一百二十吨加平板车自重）是可以通过这座桥的，原因是运输工人创造的这台大型平板车有各种非常优越的特点。为了保证顺利地通过，工人同志又把这座桥进行了加固，结果载重一百二十吨的平板车，顺利地通过了十三吨桥。



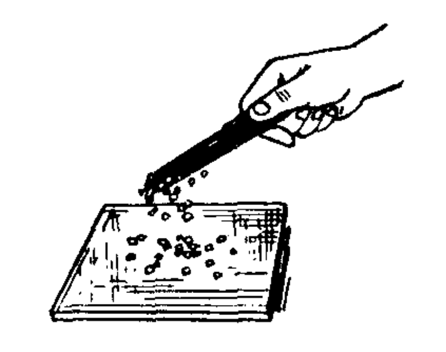
工人同志是怎样知道负重十三吨的桥，能通过载重一百二十吨的平板车的呢？

在公路上我们看到的桥，通常都是“汽十三级”的，也就是说这样等级的桥，允许载重十三吨的汽车通行，也可以让重为六十吨履带式坦克通行。因此建筑工人有一句俗话，叫做“汽十三，拖六十”。这是因为普通载重汽车都是六轮和十轮的，因此汽车与桥面接触点小，重量都吃在几只轮子上，桥面受压点集中；坦克有两条又长又宽的履带，同桥的接触面积大，因此能通过十三吨汽车的桥，拖拉机、坦克就可以过六十吨。

再来看我国工人阶级自己制造的一百五十吨平板车。它具有普通载重车所没有的特点，在平板下面密密麻麻地布满了五十六只轮子，并且在每组轮子轴的上端都有油泵，可以自动调节轮子的高低，而且还起着避震作用，行驶在崎岖不平的道路上或龟背路面（如桥面），以及上下坡，每组轮轴都能均匀吃力。由于平板下面轮子密布，与桥面接触面

积很大，相当于坦克履带面积的两至三倍，比六轮、十轮普通汽车轮子的接触面那就更大了，因此重量就通过五十六个轮子平均地分散在桥面的各个部分，单位面积内所受的压力并不怎么大。又由于平板车的车身长，超过一般桥孔的跨度，因此能使更多的桥桩来支撑笨重的压力。再加上轮子有避震作用，通过时桥面不会有很大的震动。由于工人阶级发扬了敢想、敢干的大无畏精神，加上这么好的大型平板车，装载着“一二五”工程用的一百二十吨冷凝器，顺利地通过了十三吨公路桥。上海运输工人为“一二五”工程，奏出了又一曲胜利的凯歌！

为什么摩擦可以起电？



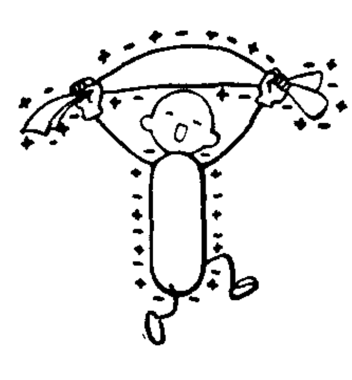
假如有人说，你用的钢笔、拿着的书本都带有电，你大概不会同意这种说法吧，因为你丝毫也没有触电的感觉。

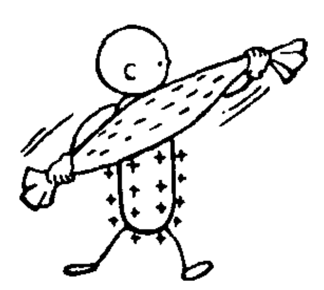
可是，这却是千真万确的事实！

如果你不相信，可以把钢笔杆放在头发上摩擦一会儿，它就能吸起小纸片、粉笔灰等轻小的物体了。这说明钢笔杆带有电。我国东汉时代学者王充在他著的《论衡》一书中，就记载了“顿牟掇芥”。顿牟就是琥珀，掇芥是能吸引轻

小物体的意思。后来人们又从许多实验中发现，随便用哪两种物体摩擦，它们都要带电，而且分别带着两种不同性质的电。一种叫做正电，另一种叫做负电。

正电和负电本来就同时存在于各种物体之中，只不过在它们的数量相等时，对外不显出带电现象罢了。当两个物体互相摩擦时，一方面两物体紧密地接触在一起，同时由于摩擦的结果，使物体的温度升高，增强了物体内部分子、原子的热运动，使相互间碰撞的机会增多。这样原来存在于物体里的带负电的电子，就比较容易从一个物体闯进另一个物体。结果失去了电子的那个物体就带了正电，获得了电子的那个物体就带了负电。因此摩擦起电，实际上应该是摩擦分电。所以不论是摩擦也好，发电机也好，或是电池里的化学反应也好，只不过是把本来存在于物体里的电分开而已，电是不能创造出来的。

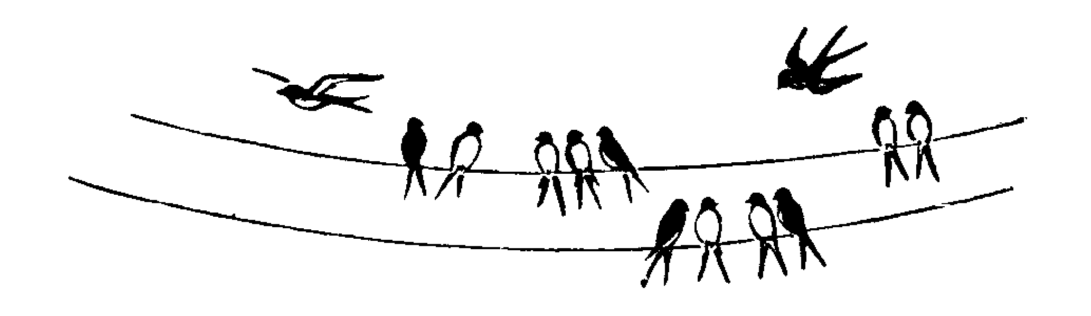




冬天，当我们用塑料梳子梳头发的时候，往往能听到淅淅的响声，这就是梳子与头发摩擦产生放电的结果。这时候，如果你在暗房里梳头，有时候别人还可能看到你头发上有极小极小的火星哩。

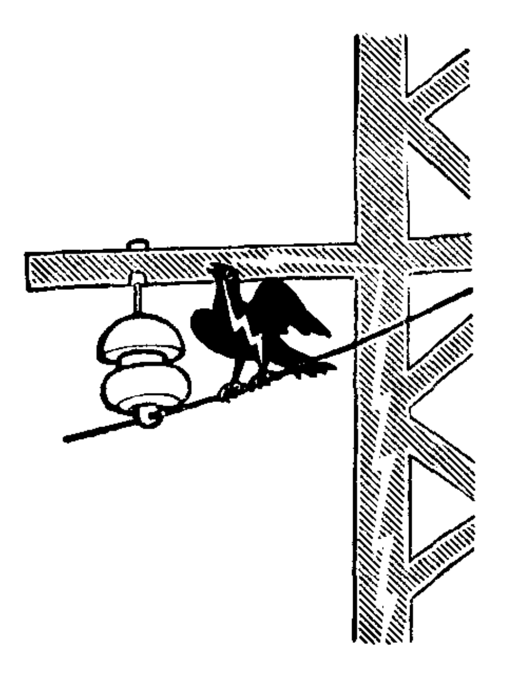
鸟停在电线上，为什么不会触电？

人们都知道，如果人触到高压电线，那该是多么危险，所以在许多通过高压电线的电线杆上，总挂着这么一块牌子："高压，危险！"或者是："高压线，人畜切勿接近！"人们看到这块牌子，总是情不自禁地要抬头看看。可是这一看，却看出问题来了：电线上站着一对燕子，它们优闲自得，嘴里还叽叽喳喳地叫着，根本不理睬电线杆上挂的那块"高压，危险！"的警告牌子。



为什么燕子站在电线上，不会触电呢？

我们讲人或牲畜触电，就是指电流从人或牲畜的身体里通过。从发电厂里引出来的电线，通常是四根，一根和地连接的，叫做地线；其余三根是不和地连接的，叫做火线。引入个别用电户的电线，一般只有两根，一根是火线，另一根是地线。电灯泡的灯头上有两个接触点，一根接上火线，一根接上地线，电从火线上来，通过灯丝，再从地线上或地里



回去，这样，电灯泡就会亮。如果一个接触点上接上火线，另一个接触点不和什么相接，那么电就没有去路，电流也无法通过灯丝，灯泡也就不亮。人如果碰到火线，人又是站在地上的，电流就能从人身上通过，发生触电事故。燕子站在高压电线上之所以不会触电，是因为它们只接触一根火线，不和另一根地线接触，也不和地面接触，所以身体里就没有电流通过。

不过，鸟类也有触电的时候。鸟类有时站在高压线上，并在铁架上磨嘴巴；如果这铁臂是不绝缘的，电流就会从鸟身上通过，流过铁臂、铁塔，而进入地里，这样一来，它也会触电身亡。这样的事情也常有发生。为了防止鸟类触电，可在电线杆的铁臂上装上绝缘的架子，或者在电线杆上装上“轧轧”发响的小风车，警告鸟类不要在上面停留、做窝。这样做，一方面是为了保护益鸟，免得它们触电，另一方面是为了防止因鸟类触电发生断电事故，保障电流畅通。

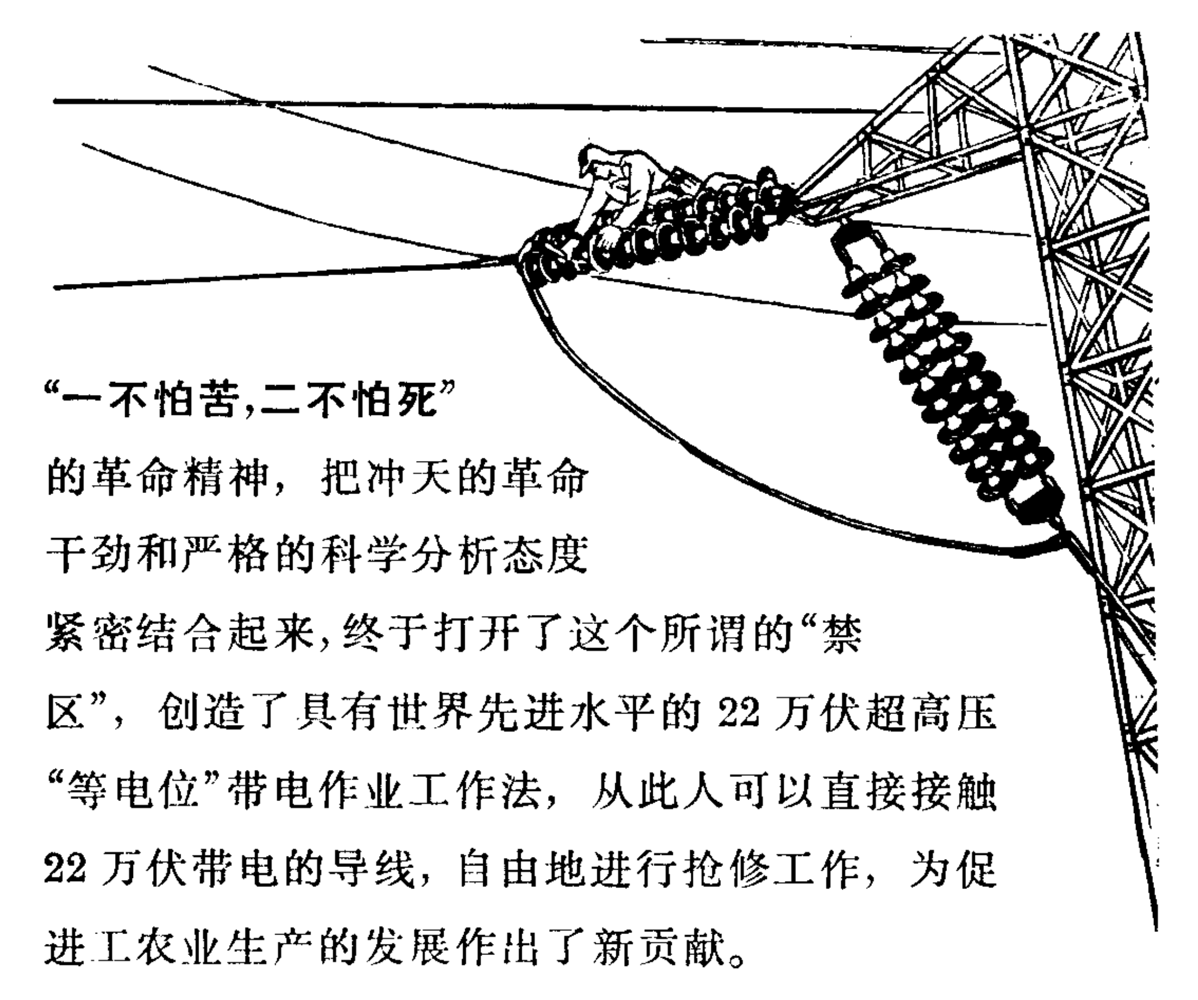
为什么能在22万伏超高压输电线上带电作业?

在我国社会主义建设事业中，电是工农业生产中十分重要的动力。特别是在国防工程、军工生产、通讯、炼钢和化学工业等一些部门中，更是一分一秒也不能停止供电的，否则将会造成国民经济的重大损失和严重的政治影响。

广大电业工人怀着强烈的责任感，深深感到为了要更好地为社会主义革命和社会主义建设服务，必须创造一种既方便又迅速的不停电的工作方法，保证把强大的电力不断地输送给工矿和农村。

但是，过去资产阶级技术“权威”一直把超高压列为“禁区”，根本不准工人去碰，胡说什么：“鸟也飞不上去，人根本不能上去”，“国外也没有搞出来，还是不要冒险吧。”用各种条条框框千方百计扼杀广大电业工人的社会主义积极性。

以毛泽东思想武装起来的广大电业工人，他们遵照毛主席**“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”**的伟大教导，彻底批判了“洋奴哲学”、“爬行主义”等反动谬论。他们响亮地回答说：“我们就能上！不冲破禁区，誓不罢休！”发扬了敢想、敢闯、敢干，

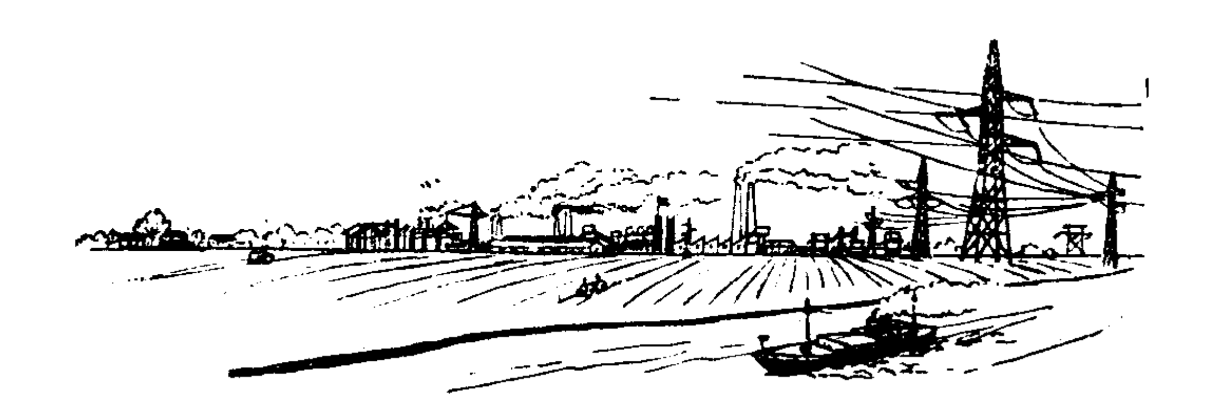


“一不怕苦，二不怕死”的革命精神，把冲天的革命干劲和严格的科学分析态度紧密结合起来，终于打开了这个所谓的“禁区”，创造了具有世界先进水平的22万伏超高压“等电位”带电作业工作法，从此人可以直接接触22万伏带电的导线，自由地进行抢修工作，为促进工农业生产的发展作出了新贡献。

在人们的概念中，人去接触带电设备就会发生麻电、触电，以致死亡，但是为什么电业工人能在22万伏超高压带电设备上进行工作呢？电业工人豪迈地说：“22万伏超高压没有什么可怕，它也是纸老虎，只要在战略上藐视它，在战术上重视它，就能战胜它。我们靠毛泽东思想武装，就能掌握它的规律，就能摸透‘电老虎’的脾气，也就可以驯服它，制服它”。

我们知道，如果把盛满水的两个水桶，一个放得比另一个高，并用管子联通起来，由于水位高低不同而产生压力，

水会从较高的水桶流入较低的水桶，直到两个水桶中的水位相同为止。电也是这样。当一种物体带着正电荷时，这物体就有一定的电位，凡是电位较高的物体，就会把正电荷推向电位较低的物体。我们常把大地的电位当作零，所以任何带正电荷的物体，它的电位总比大地高，这就叫电位差或叫电压。人是否会触电，取决于通过人体电流的大小，而通过人体电流的大小，又取决于人体内受到电位差的大小，电位差越大，电流就越大。当电流超过了人体所能承受的限度时就会死亡(一般交流 10 毫安以下为安全电流，



超过 10 毫安就会有麻电感觉，以致危险)。电业工人就是掌握了这个关键性的电位差问题。因此，只要设法保持人体和带电设备的电位相等，即人体不存在电位差，就没有电流流经人体了，也就能安全地进行带电工作。“等电位”作业就是应用这个基本原理进行的。

但是如何使人体和带电设备电位相等呢？其方法就是工作人员站在与大地隔离的绝缘良好的物体上，这样人体

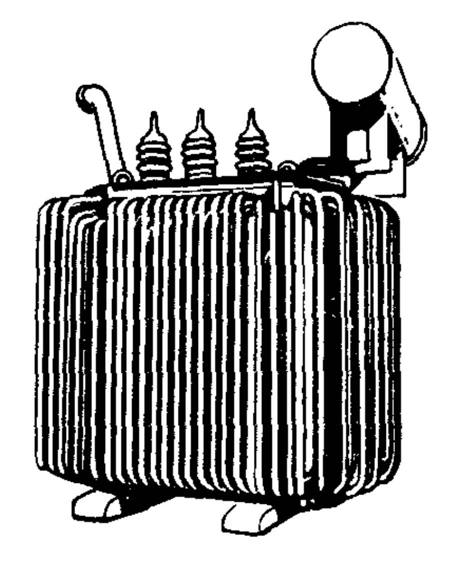
脱离了地电位，而进入带电设备的电位，这时人体与带电设备的电位就相等了。但是在高电压设备上进行带电工作，情况就不是那么简单了，即使站在对大地绝缘的物体上，人体上还会有电位差产生。这电位差又是怎么产生的呢？我们知道，任何对大地绝缘的物体，客观上都存在着对地电容，带电的设备与大地是隔离的，带电设备与大地间就好象一个大电容器，导体一端为一个极，大地一端为另一个极，这个大电容器在交流电压作用下，即存在着对地的电容电流，在低电压时电容电流是很微小的，一般是没有显出什么作用的，因此对低电压的设备进行带电工作，就不考虑这个问题，可以站在绝缘物上直接接触带电设备工作。但是在高电压时，特别是象在 22 万伏电压时，对地电容电流是很大的，对地电容电流作用于人体，由于人体是一个电阻体，就在人体上产生电位差，人是受不了这电位差的，因此工作人员还必须穿上使人体各部电位相等的"等电位"服，把人体各部（包括头、身、手和脚）遮蔽起来。因为"等电位"服是由导电性能良好的材料做成的，穿上"等电位"服的人，就相当于人体电阻和"等电位"服电阻并联的情况，由于"等电位"服电阻比起人体电阻来要微小得多，这样当工作人员从地电位沿绝缘物逐渐进入高电位时，虽然表面看起来，人体四周火花越来越大，但这电容电流绝大部分被"等电位"服流掉了，流经人体的电流就极为微小了，人才没有什么感

觉，就是说人体各部之间不存在电位差了。这时工作人员就能安全地接触带电设备进行工作。

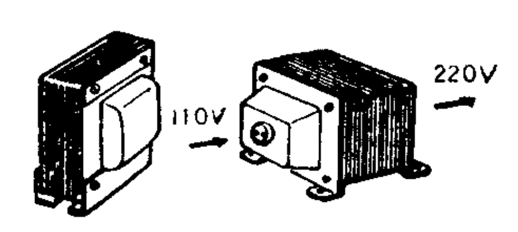
无限忠于伟大领袖毛主席的广大电业工人，在毛主席**“独立自主、自力更生”**，**“打破洋框框，走自己工业发展道路”**的光辉思想指引下，以“明知征途有艰险，越是艰险越向前”的革命大无畏精神，终于闯出了我国带电作业技术的崭新道路。目前，上海、鞍山等地区都运用了带电作业新技术。这是战无不胜的毛泽东思想的伟大胜利。

变压器为什么能够改变电压的高低？

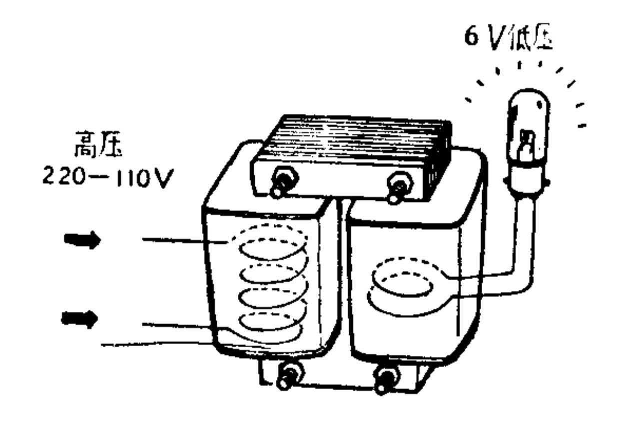
用电的地方几乎都少不了变压器。在发电站里，从发电机产生的电，首先要通过巨大的变压器，把交流电压升高到几万伏特或几十万伏特的高压，然后通过输电线送到城市、农村等用电的地方去，这样可以大大地节省输电线上所损耗的电能。到了用电的地方，又要通过变压器把电压降低到几百伏特，让我们开动电动机或开亮电灯。变压器一共有两种，在村头或路旁，我们常常可以看到高高地架在电线杆上的矩形铁箱，在铁箱周围还装着散热用的铁管，这些铁箱的一边接到高压输电



线上，另一边就把低压的交流电供给我们，这些就是降压变压器。还有一种叫升压变压器，大多是工厂用来升高电压的。当然，在学校、工厂、家庭里，我们还会用到更小的变压器，如电铃用的变压器，能把照明电网的电压降到3～8伏左右；车床旁边用的行灯变压器把电压降到12～36伏，使我们用电时更加安全。至于收音机、扩音机几乎就没有一个少得了它，晶体管收音机使用的变压器才只有墨水瓶盖子大，甚至还要小一些。



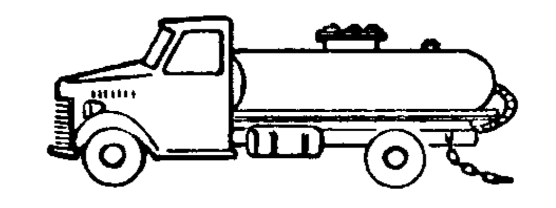
这些形形色色大大小小的变压器，虽然使用的目的和场所不完全相同，但是它们的构造基本都是一样的，原理也都相同，能把高压的交流电转变成为低压的交流电，或者是把低压电转变成高压电。



为什么变压器能够改变电压呢？这先得看一下它的构造。变压器一般有两个独立的线圈，同绕在一个闭合的铁心上，铁心是用硅钢片迭成的。接在交流电网的一个线圈叫做初级线圈，另一个叫次级线圈。初级线圈接在电网上以后，就有交流电通过，电流在它的周围空间就产生磁力线，所以铁心里有了跟交流电变化相同的磁力线。这些变化的磁力线，又使得绕在铁心上的线圈产生感应电

压，譬如说初级线圈一共有880圈，交流电网的电压是220伏特，那么在初级线圈里的电压也差不多是220伏特，或者说每一圈的电压差不多是四分之一伏特。假定次级线圈有100圈，那么，因为次级线圈也绕在同一个铁心上，所以它感应的电压等于(1/4伏特×100)25伏特。由此可见，变压器所以能够改变电压的高低，主要是因为初级线圈和次级线圈的圈数不同。如果初级线圈的圈数比次级线圈多，是降压变压器；初级线圈的圈数比次级线圈少，就是升压变压器。

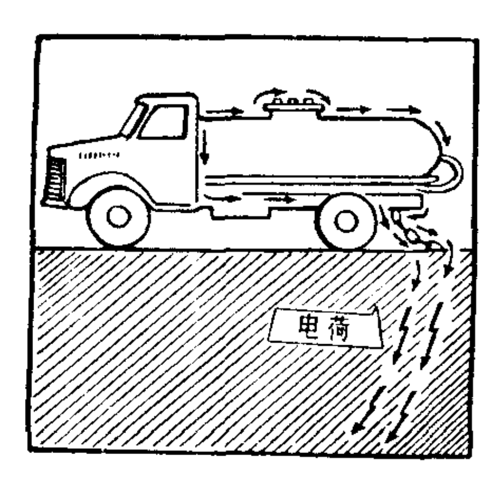
运送汽油的汽车，为什么车尾要拖一条铁链？



运送汽油的汽车，在它的车尾总有一根铁链拖在地上。不懂的人第一次看到它，还以为这是多余的。其实这根"小辫子"非常重要。

运油汽车里装运的是汽油，汽车在开动的时候，里面装运的汽油也不停地晃动，使汽油跟油槽的壁发生冲撞和摩擦，这样，就会使油槽带电。

汽车的轮胎是橡胶的，也就是说，是绝缘体，油槽里发生的电荷不可能通过轮胎传到地下，这样，电荷就会积聚起来，甚至有时会发出电火花。汽油是极易燃烧的物质，遇



到火花，就很容易发生爆炸。怎样来防止这种危险的事故呢？唯一的办法是：把油槽里发生的电荷随时传到地下，使它不能积蓄起来。这个传导工作，就得靠汽车后面拖在地上的铁链来做了。

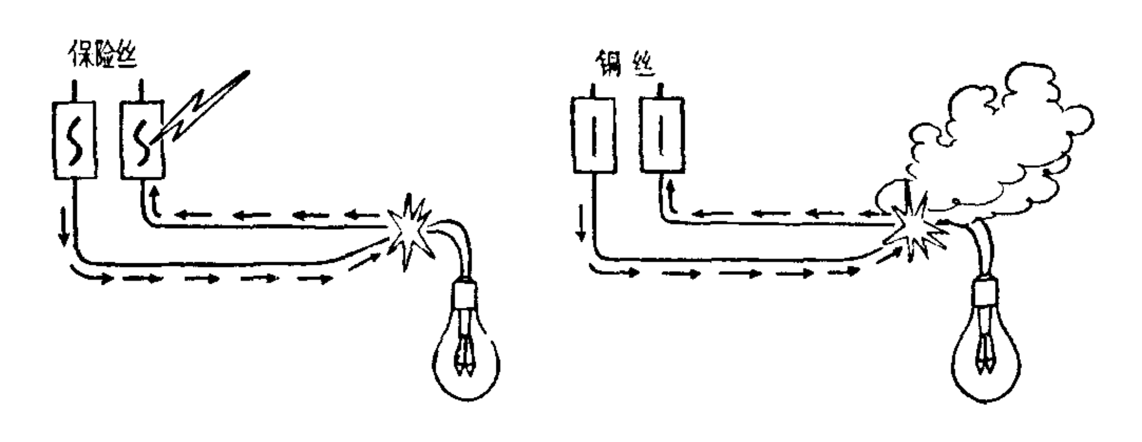
空气中有些灰尘也带有微量的电荷，往往会把电荷传到它所停留的物体上。汽车在行驶时，灰尘扬起，会积累在汽油车上，积累多了，可能达到发生火花放电的程度，在倾倒汽油时就有爆炸的危险。油车后面拖了一根铁链，就能随时把电荷传到地面，减少积在汽油车上的电荷，以免发生爆炸。

保险丝为什么能保险？

电灯如果发生断电事故，我们总是先检查保险丝有没有烧断，而绝大多数的毛病总是出在这里。保险丝断了，只要把总电门关掉，换一根新的上去，再合上总电门开关，电灯立刻又亮了。为什么其它地方的接线不容易烧断，而保险丝却常常容易烧断？既然容易烧断，为什么又不能换一种不易烧断的金属丝来代替它呢？

因为保险丝是一种熔点很低的合金丝（是镉〔gé〕、锡、

铋〔bì〕、铅等金属合成的），当有一股强电流通过时，发出的高热能使这种合金丝熔化。保险丝一熔化，电路就被切断，强电流就不能再进入用户来了，这样就能防止接在电路中的仪表、电器或导线因电流过强而烧坏。电力公司总是一再提醒大家，绝对不要用铜丝来代替保险丝，这是因为铜丝的熔点很高，不能够达到自动控制电流的要求，容易发生危险。



保险丝在什么时候会烧断呢？

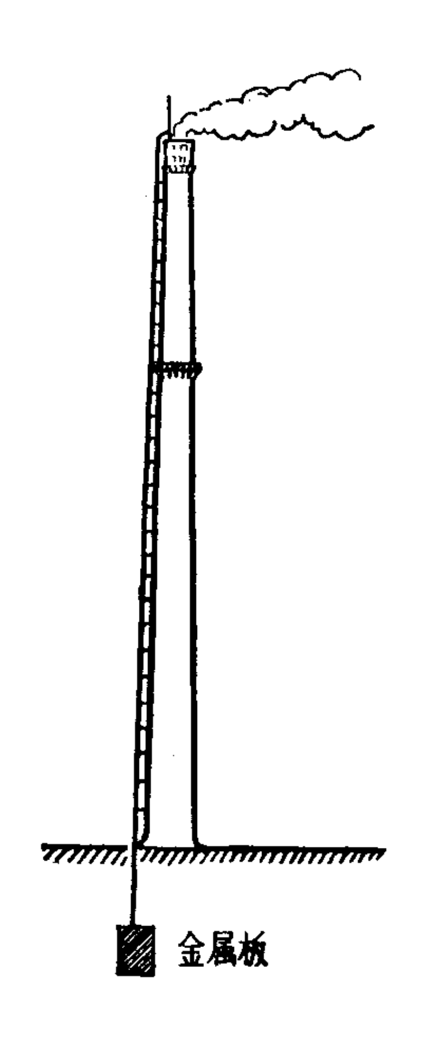
一般都在用电过多，超过限度时，如电灯线上插接电炉、电烙铁，或者是电路发生短路故障，如接线不好、绝缘损坏因而引起碰线等情况，都会产生过强的电流，把保险丝烧断。

为什么高建筑物要装避雷针？

在闷热无风的夏天的下午或傍晚，往往一会儿空中乌

云密布，接着雷声隆隆，电光闪闪，这是天空中雷云层与雷云层之间，或雷云层与大地之间，通过大气放电所产生的现象，这种现象就是雷电。

我们知道，雷电放电的时间是极短的，一般只有几十微秒的时间（一微秒为百万分之一秒）。由于雷电的电压很高，电流很大，在放电过程中，雷电流的通道会产生很高的温度，同时还有静电电荷的排斥力，因此雷云层与大地之间的放电（称为落地雷或直接雷击），具有较大的破坏力，往往会损坏建筑物或引起火灾，有时甚至危害人的生命安全。



毛主席教导我们："**人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。**"我们现在完全有办法使雷电依照我们指定的路径来通过，不使它危害社会主义建设和人民生命安全。大家知道，一般雷电是选择高耸的物体来通电的，当雷云层放电通道发展到离大地距离较近时，雷云层与大地间的电场受高耸物体的影响，在高耸物体上部有较大的电场强度，雷电就从这最高处发展入地，因此高耸的和孤立的建筑物是比较容易受

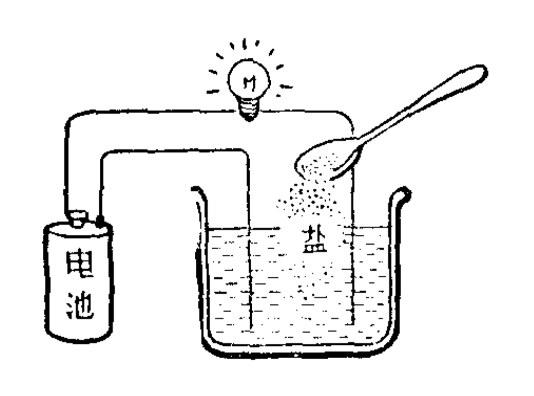
到雷击的(但不是绝对的，还要受到地形、地质、周围环境条件的影响)。了解了雷电的一般规律，我们就有克服和改造它的办法，这就是在一些较高的、重要的建筑物上，装上一根长长的避雷针，让避雷针把雷电引入大地中去，这样就可避免雷电损坏高大的建筑物。

避雷针是由铁针、引下导线和接地极组成的。铁针可用铁管做(有条件时镀锌，以防锈烂)，引下导线可用镀锌铁丝做，其截面一般应大于35平方毫米，接地极也可用铁管做，建筑物上避雷针的引下线和接地极一般都可以利用建筑物的钢筋和基础。避雷针的接地必须良好，接地电阻愈小愈好，一般应小于10欧姆。

为什么不能用潮湿的手去拨开关或移动电线？

从导电的角度来说，一切物质大致可以分为两类。一类是电流能通得过的，我们叫它为导电体，象铜、铝和银之类就是最好的导电体，所以电线多采用这种材料来做。另外一类叫做绝缘体，电流不能通过它们，象胶木、陶瓷之类的材料都是绝缘体，我们常用它们来做电灯开关的外壳、电线的夹子。

人的皮肤到底是导电体呢，还是绝缘体？可以这样说：当皮肤很干燥而且在它表面上有一薄层油脂的时候，虽不能象胶木和陶瓷那样算做最好的绝缘体，但在电压不很高的时候，电流也还是不太容易通过它。至于说到水呢，如果非常纯粹，其中一点杂质也没有，那么也是一种绝缘体；但是只要有一些杂质，特别是象食盐之类的东西，溶解在它里面，水就会变成导电体。



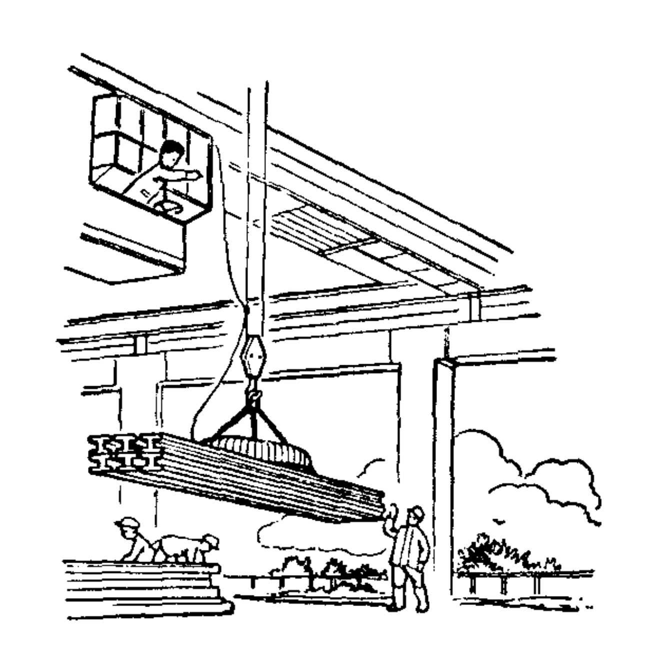
现在，我们就可以懂得：为什么用潮湿的手去移动电线，拨弄开关会有危险了。因为沾在我们手上的水，决不可能是非常纯净的，总是有各种杂质溶解在它里面；就算原先是非常纯粹的水，等到一沾上我们的手，由于与我们皮肤上的汗液接触，也就立刻会有盐分溶解进去，而使它变成导电体。

所以，当我们用潮湿的手去拨弄电线、开关与灯头之类的东西时，一不小心，电流就会通过皮肤上的水分，流到我们身上，以致发生触电的危险。

为什么电磁铁不通电时，就没有磁性？

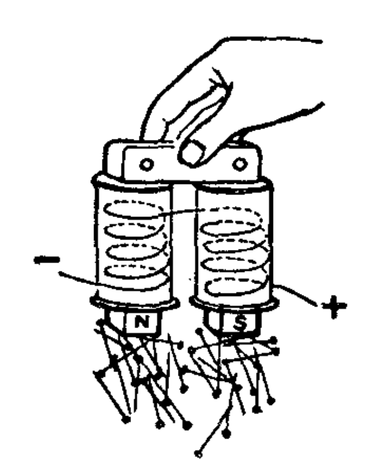
在钢铁厂中，我们可以看到有些吊车没有吊钩，只有一个大铁块，它却能把数吨的钢铁轻便地吸起来，搬到很远的

地方去。机械厂中有一些磨床的工作台上没有夹具，而被加工的工件却很牢地被吸在上面，进行加工。吊车上的大铁块和磨床上的工作台到底是什么东西，竟有这么大的本领呢？



这两个东西都是电磁铁。在铁上绕有很多线圈（通常叫做激磁线圈），通上电，这块铁就变成电磁铁了。当它不通电时，就没有磁性，仍是一块普通的铁。

电流为什么有这么大的本领，可以使铁变为磁铁？断电后，为什么它又失去磁性呢？



原来，普通铁的分子，实际上就是一个小磁体，它也有南极和北极，在不通电时，由于分子无规则地运动，全都杂乱地排列着，这样它们的磁性就相互抵消了，从外面来看，整个铁就显示不出磁性来。当激磁线圈通电以后，电流使这些带磁性的小分子，有规则地排列起来，这样，它们的磁性就不会抵消，因此这块铁就成为电磁铁了，具有吸引铁物质的本领。

当电流一断，铁里带磁性的小分子又恢复到杂乱的状态，这块铁又失去了磁性。

为什么电车要用直流电，而不用交流电？

从发电厂发出来的电，一般都是交流电，我们日常使用的电动机、电灯的电源也是交流电。可是为什么电车却要把交流电变成直流电后才使用呢？这是因为交流电动机的转速不容易控制，而直流电动机的转速能够随着负载量的大小而自动改变。譬如：当电车上桥、上坡或起动时，负载就很大，这时电动机的转速会自动减慢，通过电动机的电流会自动加强，使电动机的动力适当加大，来拖动电车。当电车下桥、下坡或是在平地上行驶时，负载量转轻，这时，电动机的转速就会自动加快，使电车行驶得快一些。由于直流电动机能随驾驶人的意志加快或减慢，使电车更安全地行驶，所以电车电源要用直流电。

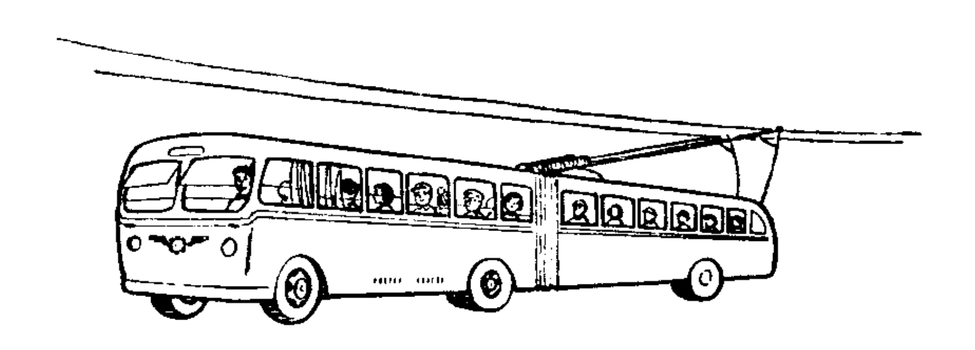
无轨电车上为什么要有两根辫子？

公共汽车是靠汽油燃烧膨胀，推动汽缸里的活塞，再经过很复杂的传动机构来转动车轮的。

电车呢，要比汽车简单得多，只要一只强大的直流电动

机，把电流通进去，使这具电动机转动，再带动车轮就行了。

电流这东西，我们如果要了解它的性质，只要想象一下水流的性质，就能理解了。不同的只是：水流是水滴在河床里、沟渠里、水管里流动，而电流则是电子在金属做的电线里流动。



水流必定有来源和去路，否则就不成为水流。例如：长江里的水流来自上游高山，流往东海。自来水管里的水流来自水厂里的水塔，流进下水道。电流也是这样，来自发电厂里的发电机，或者流到地里去，或者流回到电厂里去。

无轨电车的顶上一定要装有两根辫子，叫聚电杆，目的是让电流从一根辫子里流进来转动电动机，然后再让它从另外一根辫子里流回到电厂里去。我们不是看见这两根辫子，在电车开动的时候，一直用拖履同马路上空两根电线连接着吗！只要其中有一根脱离电线，电流立刻中断，电车就开不动了。

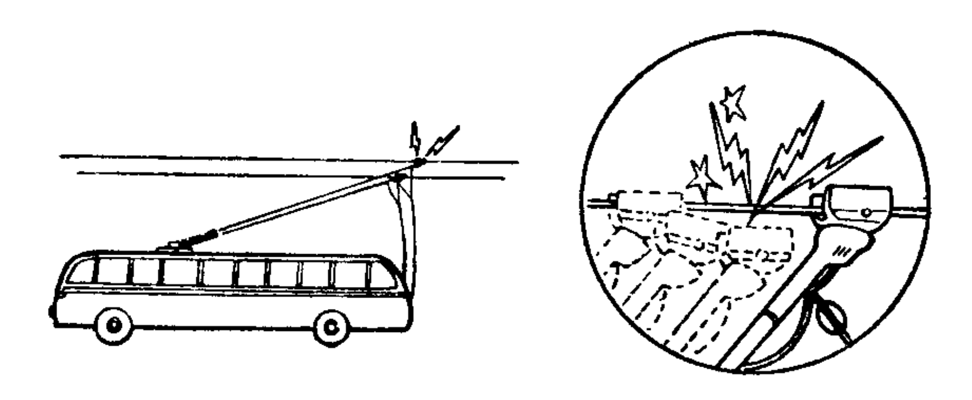
电动机

有人也许会说，有轨电车顶上可只有一根辫子，那又是什么道理呢？

道理很简单，你注意了没有：有轨电车的轮子没有橡皮轮胎，而是钢铁做的。行驶的时候，钢轮一直是同钢轨接触着的，从电动机流来的电流就通过车轮和钢轨而流回电厂。这样就可以省掉一根辫子了。

电车的拖履和架空输电线间，为什么会发出绿色的火花？

在日常生活中，如果仔细地观察各种火焰，可以发现不同的燃烧物会发出不同颜色的火焰，比方说酒精的火焰是很淡的蓝色，煤气灯的火焰带一点绿色，燃烧纯一氧化碳时，就会看到很显明的绿色。



在自然界里，不仅煤油、酒精会燃烧，就是金属也会燃烧，只是金属的起燃温度比煤油和酒精高得多。在高温中，许多金属会燃烧。金属燃烧起来也有特殊的颜色，譬如：钠燃烧时是黄色的，钾是紫色的，铜是绿色的。

电车顶上的拖履(聚电杆最顶部的一只门形物体)和架空输电线接触处,常常会发生弧光。发生弧光的原因,主要是由于电车轻度跳动时,会使聚电杆和架空输电线脱离一会儿,在两者分开的空隙处,空气受到电的作用而变成导体,因此产生了温度很高的电弧。由于架空输电线是铜质的,电弧能使它暂时燃烧而发出铜原子所有的绿色光。当聚电杆和架空输电线良好接触后,电弧就会自行熄灭。

为什么北京车站的钟,每隔一分钟才跳动一格?

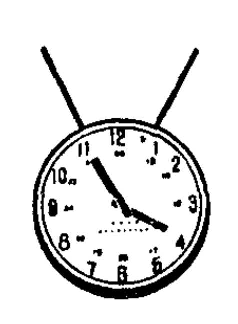
雄伟的北京车站,是建国十周年时,工人阶级建造的北京十大建筑之一。当你走进火车站的候车室,仰头就可以看到一只大钟,在售票处、站台上到处都能见到这种大钟。旅客进了车站,特别注意时间,因为谁也不愿意误点脱班。



要是你盯住大钟看上一分钟,就会发现它们同一般的挂钟和电钟都不一样。第一,它不象电钟有一根转个不停的长秒针。第二,那根分针也不在慢慢移动,

而是每隔一分钟突然跳动一格。候车室里、售票处、站台上……所有大钟的分针都同时跳动了一格，而且一丝不差地指示相同的时间。是什么东西在统一指挥全车站的大钟呢？

原来在车站候车室、售票处、站台上看到的那些大钟，



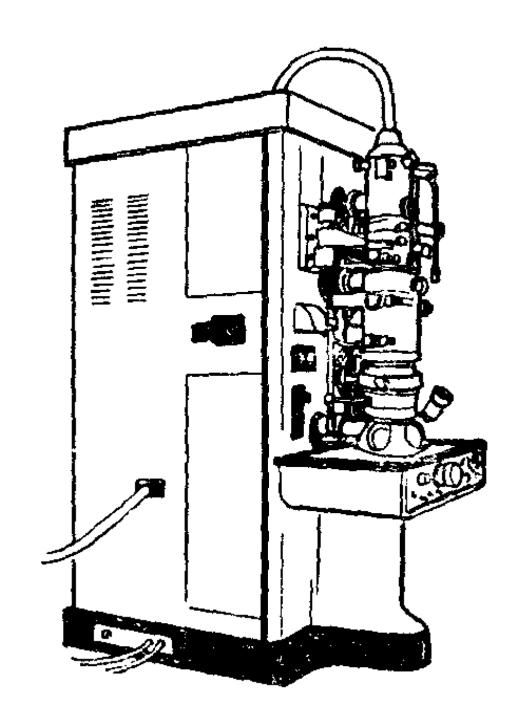
我们都叫它为子钟，它们是统一接受一只精密摆钟——母钟的指挥，自己不会单独走动的。母钟的钟摆有节奏地来回摆动，每隔一分钟输送一次电脉冲。在子钟的“肚子”里有一块外面绕着线圈的电磁铁，当它接受了电脉冲，线圈里通过电流时，电磁铁吸动圆盘形的衔铁，衔铁的旋转通过齿轮传给了指针，分针就移动一格。

母钟的钟摆接通一次电路，子钟就可靠地跳动一格，火车的运行时刻是以分计算的，所以只要走时精确的母钟每分钟送出一次电脉冲，就能够保持车站上所有的钟都指示出同一的时间。

在一些比较大的城市的火车站、飞机场，以及大型的展览馆、会堂里，都有子母钟的装置。

电子显微镜为什么能把物体放大几十万倍？

你玩过放大镜吗？把一个甲虫放在放大镜的下面，再移动放大镜到适当的距离，你会看到一个比原来大几倍的甲虫。实际上，这就是被放大了的甲虫像。如果你把头向后移，使眼睛距离放大镜更远，同时调整放大镜的位置，那么甲虫的像还会变大。假如你有两个放大镜，把另一个放大镜与前面一个迭加起来看，甲虫的像就会变得更大。那么，是不是可以增加距离及放大镜的数量，来增加放大镜的倍数呢？可以的。医院里所用的光学显微镜，正是利用这原理制成的。



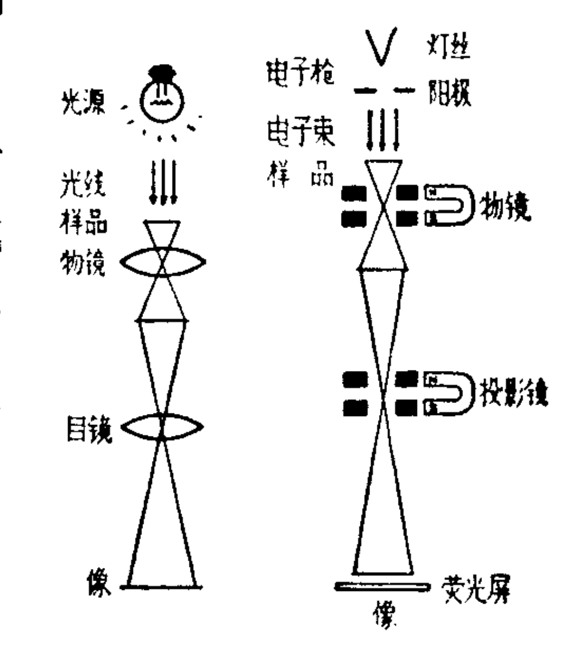
光学显微镜中有一根不太长的管子，称镜筒，在它的两端及内部装上了几个玻璃透镜，实际上也是放大镜，不过制作得更精密些罢了。一般来说，透镜越多，镜筒越长，放大倍数也就越大。为了增加放大倍数，是不是可以把镜筒做

得很长很长呢？这不行。因为距离越长，光线就越弱，到后来根本就看不见你所要看的东西了。这个办法行不通，那么是不是可以无限制地增加玻璃透镜的数目来增加放大倍数呢？这也不行，因为这样放大出来的物体像非常模糊，根本分辨不出它的真实形状来。

为了增加显微镜的放大倍数，人们对玻璃的材料和磨制的工艺等都作了许多研究，可是当放大倍数达到 2,000 倍左右时，再也加不上去了。为什么光学显微镜的放大倍数不能进一步提高呢？因为光学显微镜是靠可见光线来反映物像的，如果被观察的物体小于可见光波长的一半，光线射到它们身上就会绕过去，得不到反射光，我们也就探视不到它们的形态。而可见光的波长都比较长，它们的波长在 0.4—0.77 微米间（1 微米等于 1 米的一百万分之一）；因此当被观察的物体小于 0.2 微米时，在光学显微镜下就无法看见了。所以光学显微镜的分辨能力和放大倍数达到一定的限度后，就不能再提高了。如果要观察极为细小的物体，就得另有一种光线；必须要使被观察物体的直径，大于这种光线波长的一半才能看得见。

人们为了要提高显微镜的放大倍数，曾经试用过紫外线，因为紫外线的波长约比可见光的波长短二分之一，所以利用紫外线的显微镜，它们分辨能力和放大倍数就提高了一倍。是不是还有别的光线比紫外线的波长更短呢？经过

长期的研究，人们发现了电子波；因为电子波是带有负电荷的，当它被高压正电吸引而产生运动时，就具有光线的波动性质。正电压越高，电子运动的速度越快，它的波长就越短。当正电是五万伏的时候，电子波的波长只有可见光波长的十万到十八万分之一，所以利用电子波来制造的显微镜，它的分辨能力要比光学显微镜高得多，从几千倍甚至到几十万倍以上。这种显微镜，我们叫它为电子显微镜。



最简单的电子显微镜是由电子枪、物镜、投影镜及荧光屏等组成的。电子枪是由一个V形灯丝和一个中心有小孔的金属片（阳极）组成的。当灯丝通电发热后发射电子，电子被阳极所吸引而加速运动。由于阳极中心有小孔，所以一部分高速的电子冲过了小孔而形成电子束，因为它具有电子波的性质，所以同光学显微镜中的光源相似。电子显微镜里的透镜，是一种电磁透镜，它是由两块带有同心小孔，并带有相异的磁极铁片组成的。小孔内的磁场能使电子束产生偏转，这与光线通过玻璃透镜而产生屈折的现象相似，所以它同玻璃透镜相似，也能起到放大作用。当电子束透过需要观察的样品时，经过物镜和投影镜放大，最后投射到荧光屏

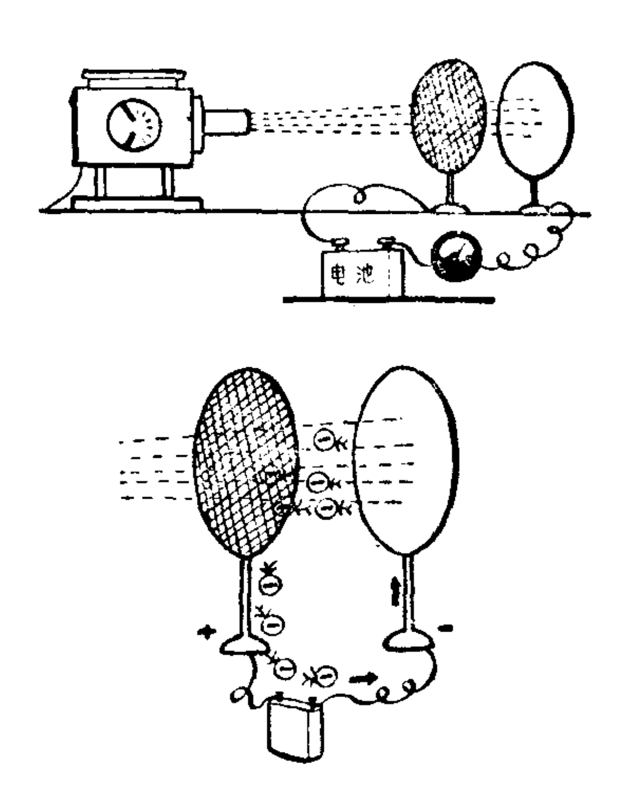
上。为什么要用荧光屏呢？因为人们的眼睛是看不见电子束的，所以必须利用象电视机上的荧光屏，使电子束变成可见光源，才能为人们的眼睛所察觉。电磁透镜的放大能力是非常强大的，一个电磁透镜可以放大几百倍，三个电磁透镜就可以放大 20 万倍。为了充分地发挥它的放大能力，以及结构上的要求，我国制造的 20 万倍的电子显微镜有 1 米多长，它的构造比光学显微镜精密复杂得多了。上页是光学显微镜与电子显微镜的对比图。

电子显微镜是本世纪 30 年代才出现的一种精密仪器。现在世界上只有几个国家能够制造。继 1964 年我国制造的 20 万倍的电子显微镜之后，我国又成功地制造了 40 万倍的电子显微镜，这是我国科学技术研究贯彻“**自力更生**”方针的胜利。由于它具有高超的显微放大能力，被广泛地用于冶金、化学、医学、生物、物理、地质勘察、工业和农业等各项科学研究工作中，是现代科学技术向高精尖方向发展所必不可少的一种重要工具。

为什么光可以用来控制电路？

有些机器，为了安全起见，装了一种由光产生电流的光电装置，要是不小心把手伸到危险部位，机器就会自动停车。这是光替我们担任了安全保护员。早在 19 世纪 80 年

代，人们在实验中发现，当光照在金属板上的时候，金属板就会呈现带电的现象。后来经过了一系列的研究，人们才知道任何物质都是由原子组成的，而原子又包含着原子核和核外电子两大部分。金属的核外电子特别活跃，容易在外界的作用（如热和光）下，脱离原子核的束缚，跳出金属板的表面，使金属呈带电现象。如果用光照射一块金属板，同时用另外一块带正电的金属板来吸收这些跳出来的电子，并且用导线把它们联接起来，那么电子就会源源不绝地循环起来，这样就形成了由光而发生的电流。

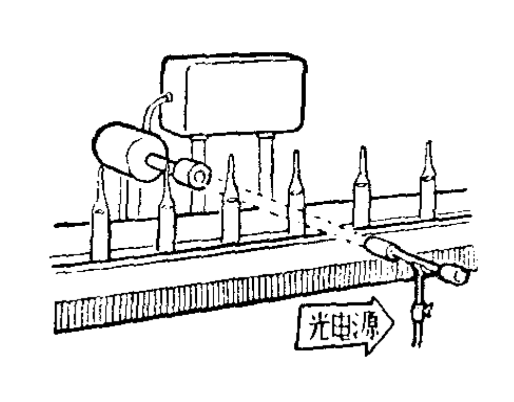


这种由光产生电流的光电装置已被广泛地应用到日常生活和工业生产上来了。现代化的车站往往会在旅客走到门前的时候，不必旅客放下手里的行李，门就自动打开了，这是因为旅客走到门口，截断了一条不受人注意的光束，而带动了电门启闭开关的缘故。在工厂里，为了保障操作的安全，万一工人偶而疏忽把手伸进机床危险区域的时候，机床就会自动停住，也就是这个道理。

光电装置还可以用来代替人担任警卫，譬如勘探队员

和野外工作人员，只要在帐篷四周布下可见或不可见的光线，并把它们与报警讯号联系起来，就会在野兽闯入营地的时候，因为截断光线而发出警铃。光电装置也常常用来担负仓库中自动灭火的任务，哪怕只是十分微小的一粒火星，灵敏的光电装置就会在不到十分之一秒的时间内，扑熄火灾，不使人民的财产受到损失。

为什么电能代替眼睛的视觉？



人们常常会不自觉地受到视觉的欺骗，在许多场合中，往往很难正确地区分玫瑰色和深玫瑰色，浅蓝色和浅绿色。要是有几十种不同的颜色放在一起，就足以把你搞得眼花撩乱。

可是假如使用"电眼"的话，它就能帮助你把种类繁多的颜色区别得清清楚楚。

这是什么缘故呢？前面我们已经说过，用电可以发生光，用光也可以获得电，由于光的强弱和光的颜色的不同，对于安放在高度真空中的光电装置来说，这个反应是极其灵敏的。所以在纺织工业上人们常常用"电眼"来监视染料成分的配制；在食品工业中，人们也常常用它来挑选橘子和

柠檬，甚至区别开同一种已经熟透或者还未熟透的果子。

不但这样，根据电对颜色的灵敏反应，在医药上还可以用“电眼”来分析生物的血液，判别它所含红血球的多少，还可以用来鉴定注射针剂的成分和混浊的程度。

可以设想，也许过不了几年，电不仅能象今天这样地用来传递声音，区别颜色，甚至还可能用来传播香味，引起味觉呢！

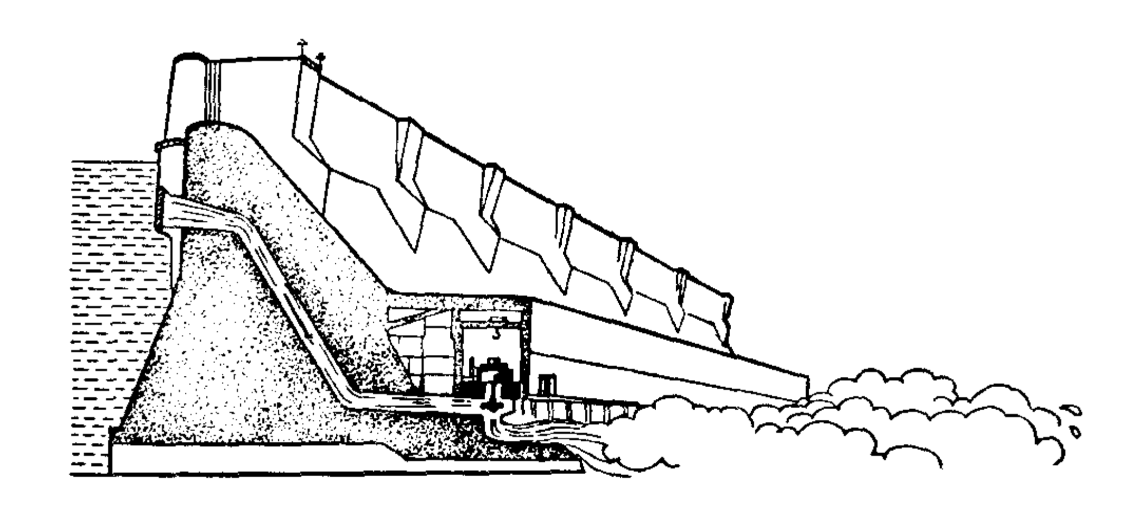
水力为什么能发电？

中国有句俗话，叫做“水滴石穿”，意思是说，从高处落下的水滴，年深月久，也能滴穿石头。水力之所以能够发电，就是因为水流是从高处奔泻而下的缘故。

但是雨滴并不能用来发电呀！的确如此，雨滴虽然从几千米的高空落下，可是雨滴太小，要用它来直接推动机械设备，是非常困难的。正因为这样，用水力来进行发电，除了必须维持一定的落差之外，还要具有相当的流量。因此，在每个水电站的上游，总要筑起拦河坝，修起蓄水库，来积蓄水量，提高落差。

水库里大量的积水，经过输水管的引导，会以很大的速度冲击到水轮机上，引起水轮机和发电机的旋转，这正和我们自己用纸做的风车，插到空气流通的窗口，会迅速旋转起

来的道理完全一样。所以任何一个水电站，总少不了水工、机械、电机这三个组成部分。



利用水力和风力都是直接利用自然界的能力，这是最经济不过的事情。但是由于我们很难把风力象修筑水库那样地把它贮藏起来，所以在实际应用中，水力发电比风力发电就要广泛得多了。

我国是很早就利用水力的国家，并且水源非常丰富。根据初步统计，仅仅一条长江，它的水力的潜在能力就大约等于美国水力资源的9倍。在毛主席的“**自力更生**”方针的指引下，我国的水利事业，得到了空前的发展，各地都建造起了许许多多大中小型的水库、水力发电站，有力地支援了工农业生产。

为什么电波的速度跟光的速度一样?

住在上海的小朋友,当他打开了收音机,听到中央人民广播电台广播"……刚才最后一响,是北京时间9点正"的时候,看看桌上的钟,刚好也正指着9点。他想:北京到上海,乘飞机也得两个多钟头,怎么北京9点的广播,在上海9点钟也就听到了呢?

原来,广播电台都是用电磁波来播送声音的。不过,各电台播送广播所用的电磁波的频率是不相同的。近距离广播,一般采用的频率为几百至几千千周,称为中波;远距离广播采用的频率为几兆周(1兆周为每秒电振荡1,000,000次)的电磁波。虽然各种波段的频率不同,但是它们的传播速度都是每秒30万公里。北京到上海只有1,000多公里的路程,所以电磁波几乎是一眨眼就跑到了。

光的传播速度也是每秒30万公里,为什么电磁波的速度跟光的速度一样呢?

科学研究的结果,证明光也是一种电磁波,而且频率极高,远远高于广播用的电磁波。因此光的传播速度也是每秒30万公里。例如我们能够看见的红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫等

色光，它们的频率都在1亿兆周到10亿兆周之间，而无线电波的频率是在几兆周以下。至于不可见光——红外线、紫外线、X光等也是一种电磁波，不过红外线的频率低于可见光；紫外线、X光的频率则高于可见光。

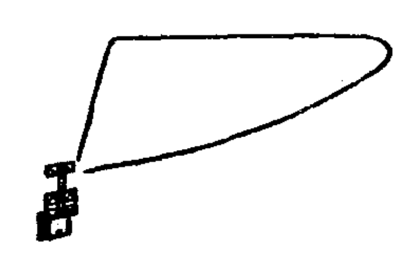
由于光也是电磁波，只是频率上跟广播用电磁波有极大的差异，而频率的不同，是不会影响它们在大气中的传播速度的，因此它们的传播速度都是每秒30万公里。

雷达操作时，天线为什么要不停地转动？

雷达是"无线电定位器"，顾名思义，雷达就是一种用无线电的方法来确定目标（如飞机、导弹、军舰等）位置的设备。事实上，现代雷达的作用已经远远不止单纯地用来确定目标的位置了，它还可以测出目标的速度、目标的性质（是轰炸机还是歼击机，是飞机还是导弹等），测出目标的运动轨迹；雷达并能对飞机、导弹等进行自动跟踪，能控制我方的炮火、导弹，对来犯的敌方飞机、导弹进行截击。由于作用很广，因此雷达被广泛应用到军事上和国民经济中。

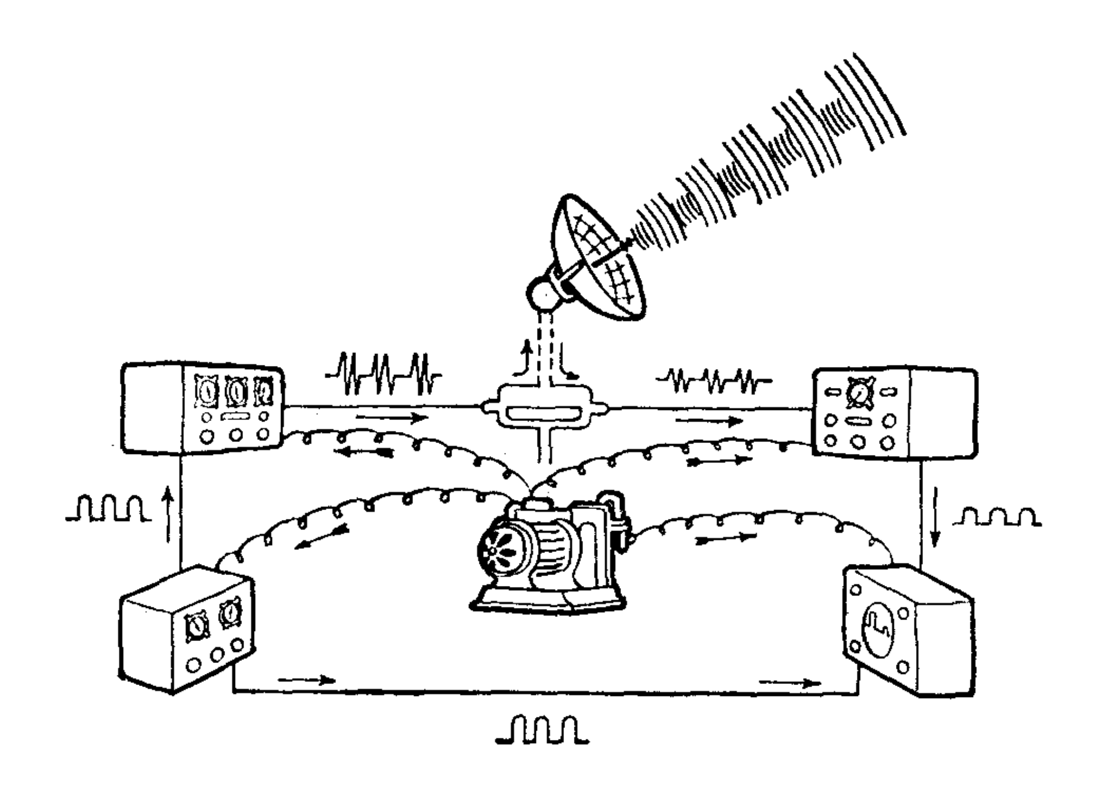
从外形上看，雷达的一个标志，使人一眼就能望见的，就是那高高竖起的一块用金属制成的板，这就是雷达天线。如果雷达被称作为"侦察兵"，那天线就是它的"眼睛"。雷达操作时，天线就要不停地转动。天线的任务是把雷达中

产生的无线电波按照一定的方向向外发射出去，并把被反射回来的无线电波(在雷达技术中叫做“回波”)接收下来，并送到接收机去放大。正因为天线所起的作用好似人的眼睛一样，因此雷达要注视和侦察整个天空的状况，天线就要不停地转动，用一个驱动马达使天线作 360 度的旋转，这样无线电波就能在 360 度范围内进行“搜索”。



雷达进行操作时，不仅它的天线在不停地转动，各种装置也都在进行工作。下面，让我们把雷达的几个主要组成部分作个简单的介绍。

发射机：它在雷达中担负着产生无线电波的重任，天



线向外发射出去的无线电波就是由发射机产生的。发射机在一秒钟内所产生的无线电波的能量叫做发射机的发射功率。发射功率越大，雷达能侦察得越远，也就是雷达的作用距离越大。为了得到很大的功率，发射机所用的电压往往要高达几万伏甚至几十万伏。

接收机：被天线接收下来的目标反射回来的回波，必须经过放大才能在显示器上显示出来，这时人才能看到。接收机就起这个作用。由于从目标反射回来的回波能量很小，因此雷达接收机的灵敏度必须很高，并要有很大的放大能力。一般的雷达接收机都可以接收十万亿分之一瓦或更小一些能量的回波，而放大倍数都在一百万倍左右。

显示器：前面已经说过，显示器就是把接收机放大的回波显示出来。从显示器上，人们就可以看出目标离我们多远，距离地面的高度是多少，它和正北方向成多大的角度等等。显示器的种类很多，最最基本的型式是“距离显示器”、“高度显示器”和“平面位置显示器”等。

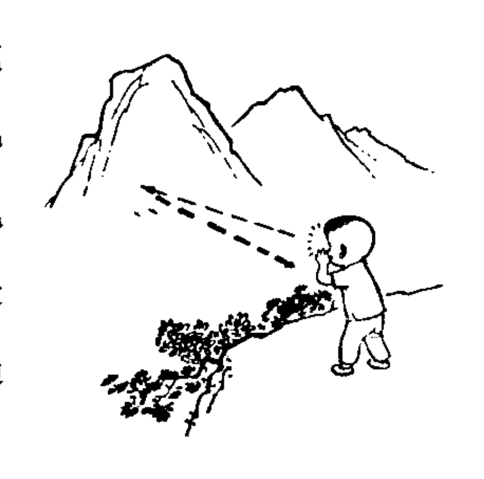
伺服系统：为了集中地使用雷达发射出去的无线电波，使雷达有更远的作用距离，因此雷达的无线电波是按照一定的方向发射出去的。为了观察四周的情况，雷达的天线必须在360度的范围内旋转，而显示器在各个瞬间里所显示的方向，又必须和天线所指示的方向一致，这样才可能把目标与正北方向的夹角测量出来。雷达中有一种设备，

能使显示器所显示的方向与天线所指的方向一致，叫做伺服系统。

另外，雷达天线的旋转、发射机的发射、接收机的放大、显示器的显示、伺服系统的动作，这一切都需要消耗大量的电能。而雷达中的“电源”就是供给这些设备能量的能源。

为什么雷达能侦察飞机？

你在山脚下大喊一声，不久就听到山谷里来的回声。在离高墙几十米的空旷地方喊一声，一会儿也会听到高墙来的回声。原来声音是靠空气的波动传播出去的，声波遇到山或墙壁反射回来，就成了回声。



声波在空气中传播的速度，每秒钟大约 340 米。从你喊开始，声波传播出去，到回声回来到你耳朵里，正好是声波来回跑一趟所需要的时间。那么，你根据听到回声的时间，可以大约计算出山或墙离你多远。

蝙蝠总是傍晚出来，追捕飞虫。它飞行可不是靠眼睛观察，而是靠嘴上一个小喇叭形的器官发出一种超声波，超声波遇到障碍物就反射回来，它根据两耳听到的超声波回声的时间和其它情况，来判断障碍物的距离和方向。所以说

蝙蝠靠超声波导航。

雷达侦察飞机的原理和蝙蝠的超声波导航差不多，不过雷达是用无线电波。雷达产生的无线电波，用天线聚集成一条很细的波束（有点象探照灯用聚光装置把光聚集成束），向一定方向发射出去，这个电波遇到飞机反射回来，雷达的天线就接收到这个回波。发射出电波与接收到回波之间的时间，恰恰是电波从雷达天线到飞机来回跑一趟所需的时间。电波在空气中传播的速度是每秒 30 万公里，知道了它来回所花的时间，就可以计算出飞机离雷达的距离。

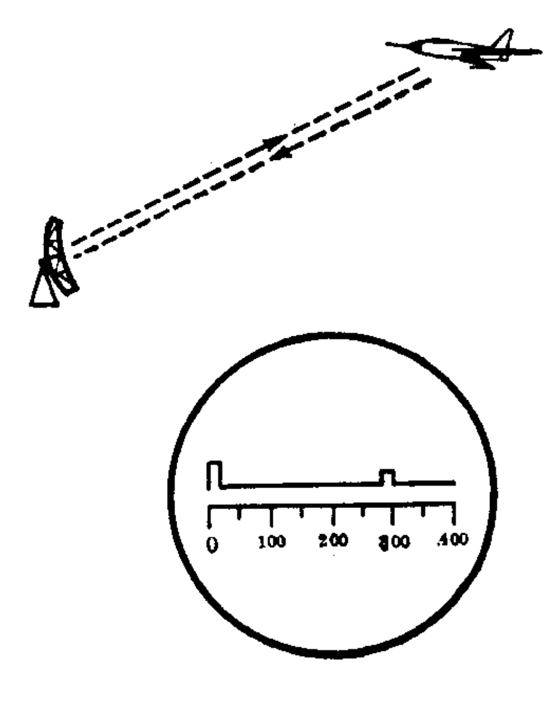
要侦察飞机，就得让波束各处去寻找，因而它的天线是可以转动的。波束随着天线的转动，在空中扫来扫去。一旦发现目标，无线电波就被反射回来；雷达一接收到反射的回波，就使天线立刻停下来。根据天线的方向，就可以知道飞机的方向了。

现在，雷达利用一些自动装置与电子设备，能够自动把目标（飞机和轮船等）显示在它的指示器的荧光屏上，不用计算，就可以知道飞机或轮船的位置与距离了。近代的雷达，还能够自动追随活动的目标哩。

雷达为什么能确定飞机的距离?

雷达是用发射无线电波和接收反射回来的无线电波这个基本方法，来发现飞机的。无线电波的传播速度是每秒钟 30 万公里，这样，只要知道无线电波从发射到反射回来的时间，就不难算出飞机的距离了。

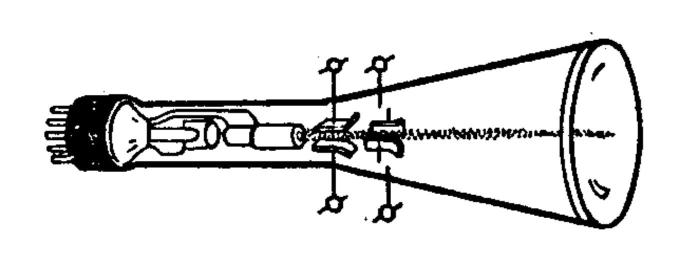
假设我们从上海开出一辆汽车，沿着笔直的公路向南京开去，已知汽车的速度是每小时 60 公里，汽车到了南京后立刻调转头来开回上海，回到上海一看表，一共花了 10 个小时。那么这时我们就可以算出上海到南京的距离了：一去一回共花了 10 个小时，单程就是 5 小时，汽车时速 60 公里，5 小时一共跑了 300 公里，这就是上海到南京的距离。



雷达也是用同样的道理来计算所侦察到的飞机的距离的。不过，无线电波跑的速度太快了，如果一架飞机距我们 300 公里，从雷达发射无线电波，到飞机把无线电波反射回来，只需要五百分之一秒。这样短促的时间，利用普通的时钟、手表，甚至

体育运动裁判员用的秒表都无法测算。雷达是利用"电"的方法来测量这个时间的。

雷达显示器中有一个叫做"显象管"的大电子管，也有人把这个大电子管叫做"阴极射线管"，它和电视机上的显象管差不多。用一些复杂的电路，能够使这种显象管的荧光屏上产生一种伸长速度可以高达每秒几十米甚至几百公里的距离扫描线。距离扫描线每秒伸长多少，是可以控制的。假设我们使距离扫描线的伸长速度为每秒 50 米，在雷达向外发射无线电波的同时，距离扫描线就从显象管荧光屏的一边向另一边，或者从中心向边缘以每秒 50 米的速度进行伸长。这种伸长在雷达技术中叫做距离扫描。一秒钟伸长 50 米，五百分之一秒则伸长 10 厘米。而 300 公里处飞机的回波也就正好在距离扫描线 10 厘米处出现。这就是说，如果距离扫描线的扫描速度是每秒 50 米，则 10 厘米长度的距离扫描线就代表 300 公里的实际距离。我们通过测量距离扫描线的扫描距离，就能达到测量飞机距离的目的。



在实际使用的雷达显象器中，距离扫描线的扫描速度与目标距离的换算，是事先计算好的，并在显示器上刻上了距离刻度，因此不需要临时换算，雷达操纵者一看刻度，就

可以直接读出飞机的距离。

雷达为什么能测出飞机的高度?

有一种专门用来测量飞机高度的雷达，叫做测高雷达。测高雷达有它的特点，就是雷达的天线能把无线电波集中得象一把平放着的扇子，向空间发射出去。通常，雷达天线发射出去的无线电波所集中成的形状，叫做雷达波束，测高雷达的波束，其特点是左右很宽，上下很窄，并且能够随着天线在360度范围内旋转和上下摆动。波束摆动的角度和天线摆动的角度完全一样。假设天线摆动到30度的位置，无线电波碰到飞机了，飞机的距离同时也就测量出来了，剩下来的就是如何把飞机的高度算出来。

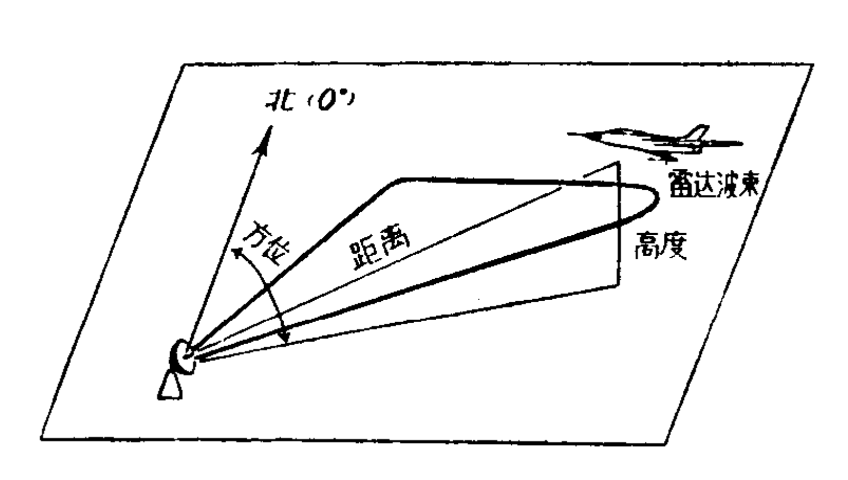
正象我们平时用的直角三角尺一样，假设三角尺的斜边和一个直角边的夹角是30度，而斜边的长度是20厘米，那么另一个直角边的长度就是10厘米。因此不难看出，只要知道了飞机的距离以及波束和地面的夹角，飞机的高度就可以计算出来了。

在实际使用的测高雷达中，已经事先把距离、角度和高度

的关系换算好，标在显示器上，因此可以直接从显示器上读出飞机的高度。

雷达为什么能测出飞机的方位？

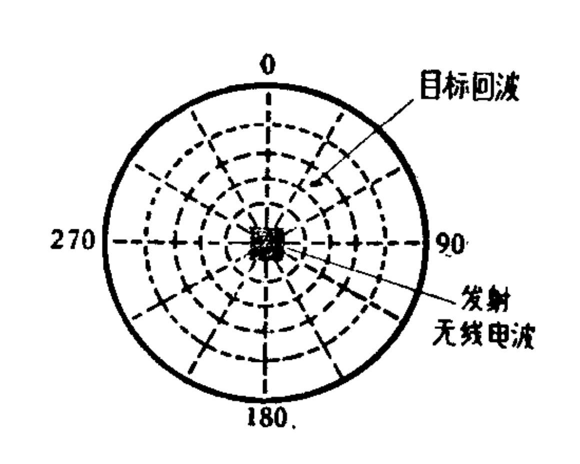
"方位"就是我们平时所指的东、南、西、北，也就是方向。要确定一架飞机的位置，光是知道了它的距离和高度，是不够的，还必须知道它所处的方位，也就是说，必须弄清楚所侦察到的目标是处在我们的南面还是在我们的北面，是在东面还是在西面。通常我们所侦察到的飞机不会正好从正南、正北或正东、正西飞来的，而且



在战争中更需要测出飞机精确的方位，因此必须选择一个方向作为基准，以飞机偏离这个基准方向的角度来表示飞机的方位。在雷达中，总是选定正北方向作为基准方向的。飞机和正北方向的夹角就叫做飞机的"方位角"，简称为飞机的方位。大家知道，从北出发，通过东、南、西，再回到北这样转一圈，一共是 360 度，因此飞机就可能从 0～360 度内任何一个方位飞来的。

雷达是怎样把飞机的方位角测量出来的呢？道理和雷达测量飞机的高度基本上一样，只是这种雷达的波束不是象一把平放着的扇子，而是象一把竖放着的扇子。这个波束也同样随着天线在 0～360 度的方位内旋转。假设当天线转到 40 度的方位上无线电波被飞机反射了回来，那么这就说明飞机的方位是 40 度，简单地说，也就是在东北方向。

有一种叫做“平面位置显示器”的雷达显示器，由于伺服系统的作用，在任何一个瞬间里，显示器所显示的方位都与天线所指的方位一致。因此随着天线在 0～360 度内旋转，在这个显示器上就可以看见雷达四周的情况，平面位置显示器就是以正北为基准把四周分成 360 度，如果天线转动到 40 度的方位上有飞机出现，那么飞机反射回来的回波也就正好在平面位置显示器上 40 度的地方显示了出来，这样就可以直接从显示器上读出雷达所侦察到的飞机的正确方位来。



雷达为什么能识别敌机、我机？

祖国的千里眼——雷达兵，他们日以继夜守卫在战斗

岗位上，只要敌机稍一露头，就紧紧抓住，并及时正确地报告指挥所。

“有来犯者，只要好打，我党必定站在自卫立场上坚决彻底干净全部消灭之”，我英勇善战的歼击航空兵一接到战斗命令，就腾空而起，在雷达兵引导下，扑向敌机(群)。

在这敌我交战的紧要关头，雷达荧光屏上密密麻麻的光亮点聚集在一起，纵横交错，忽明忽暗，很难分清到底那个是敌机，那个是我机。而恰恰在这个时候，也正是地面指挥所最需要情报，指挥我机作战的时候，怎么办呢?

用毛泽东思想武装起来的人，是最大的战斗力，机灵的雷达操纵手们，通过长期的战斗考验，积累了一套完整的识别敌机、我机的波型资料，他们就用这些资料采取对比的方法来识别敌、我。

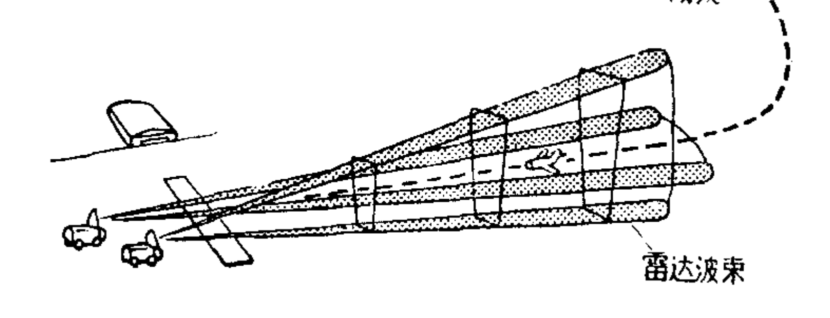
随着现代兵器的发展，为了更精确、及时地分清敌我，给来犯之敌以歼灭性的打击，空军雷达兵还采用了一种新的雷达设备，叫做地面询问机，这是一种特殊的小雷达。使用这种雷达就象哨兵站岗使用“口令”一样，发现情况，询问“口令”，对方回答“口令”与哨兵“口令”对上号时，说明是自己人，反之则不是。雷达地面询问机也是如此，当地面雷达发现空中情况时，操纵手迅速将询问机天线对准目标，并打开“询问”开关，此时一束束密码无线电波(通常叫做询问讯号)，迅速向目标发去。我方的飞机上装有一种自动的应答

设备，叫做空中应答机，这种应答机在询问讯号的作用下，会自动发出一串串密码无线电波，通常叫做回答讯号，我方雷达接收到回答讯号后，就可以判定被询问的飞机是我方的，还是敌方的。如果没有回答信号或回答信号的密码不对，就证明被询问的飞机是敌方的。

为什么飞机的起飞、着落和航行时要用雷达操纵？

雷达在航空事业中的用途是十分广泛的。

军用飞机场和大城市的民航机场是十分繁忙的。虽然机场很大，但是由于飞机速度很快，为了避免飞机碰撞，就必须严格地控制飞机在机场上空的飞行以及起飞和着陆。为了完成这个任务，机场的调度人员就必须及时掌握远离机场几百公里和机场上空所有飞机的位置和高度，这样机场调度人员就可以向各架飞机发出先后起飞和着落的指示。雷达是完成这一任务的最好工具。只要在机场上装一部雷达，那么机场调度人员就可以从

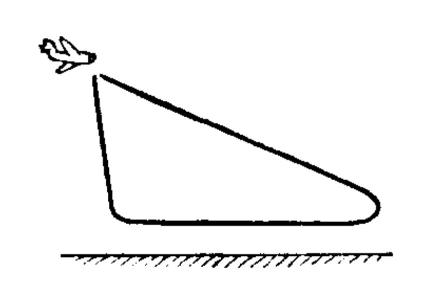


雷达显示器上清楚地看到机场上空几百公里范围之内的全部情况，而且不受天气情况的限制，进行空中交通的指挥工作。

飞机着落大致可分两个阶段。第一个阶段叫做“引近”，这一阶段的任务，就是飞机进入机场临近上空准备着落，飞机沿着机场跑道的延长线逐渐下降，直到离地面只有30米左右的地面；第二阶段叫做“拉平”，在这阶段，飞机逐渐改变上一阶段的下降角度，而按照一定的曲线飘飞着落。在飞机着落的这两个阶段中，机场上装置的精密着陆雷达就要起作用了。在这种雷达的显示器上，预先显示出一条理想的飞机降落轨迹，通常叫做“下滑线”。在飞机着落过程中，雷达连续地测量飞机的位置，观察飞机是否处在正确的飞行道上，并通过无线电话命令驾驶员按照正确的下滑线飞行，直至降落。

不仅飞机的起飞和着落要用雷达控制，而且飞机在飞行过程中也要用到雷达。飞机从一地飞往另一地要按照预先规定好的航线飞行的。如果是白天和晴天，领航员又熟悉飞行路线，还可以不用雷达来保证飞机按航线飞行；但如果是黑夜，或是云雾天气，或是领航员对航线不熟，那就要用雷达来导航了。在飞机上装一部雷达，天线朝向地面，这样在平面位置显示器上就显示出了一幅“雷达地图”，领航员随时观看这雷达地图，就能随时知道飞机的位置，保证飞

机按航线飞行。有时领航员还要使用一种特殊的雷达图，这种特殊的雷达图，是把显示器显示出来的地形图的图片和实际地形图合并在一起而产生的，有了这个图，领航员就可以根据显示器显示的雷达地图，在他陌生的地带飞行，并保持正确的航线。



飞行员在飞行过程中，必须随时掌握飞机距离地面的高度，在飞机上装一部叫做"雷达测高计"的测高雷达。这样，在海洋上空飞行，就能随时知道飞机距离海平面的高度；在大平原上空飞行，可以随时知道距离陆地的高度；在群山重岭上空飞行，可以随时知道飞机距离高峰、山岭的高度，这是十分重要的。

雷达为什么在军事上有广泛的用途？

雷达发明于第二次世界大战之前，第二次世界大战中，在军事上得到了广泛的应用。二十多年来，雷达技术得到了突飞猛进的发展。在军事上，陆、海、空的每一个兵种都需要大量采用各种型式的雷达。

根据雷达在军事上的不同用途，可把雷达分成许多种型式。

警戒雷达——主要是用来发现远处的飞机、导弹、军舰

等，以便及早地向指挥部门提供警报。这种雷达的特点是作用距离很远，能侦察很远的目标，5,000公里外的导弹也能侦察得到。

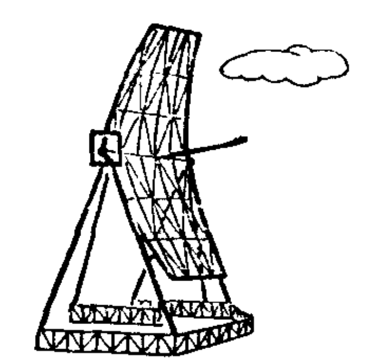
引导雷达——主要是用来引导我方的歼击机去截击入侵的敌机。这种雷达不要求它具有象警戒雷达那样远的作用距离，只要几百公里就够了。但要求它能够同时测出敌机的距离、方位和高度，并且要求测量得比较准确。

炮瞄雷达——是一种能够对飞机和其它目标进行自动跟踪，并通过高射炮“指挥仪”，控制高射炮自动对准目标进行射击的一种雷达。这种雷达要求它能发现一两百公里远的目标就可以了，但对于目标的位置则要求测量得相当准确，一般误差不能大于一二十米，角度的测量误差不得超过一百分之几度。

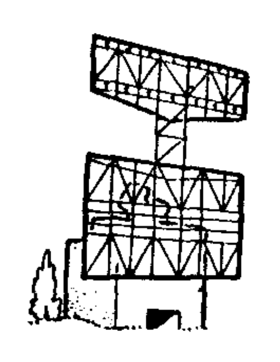
制导雷达——主要用来控制和引导我方的导弹去截击敌方来犯的导弹、飞机、军舰，控制和引导起飞的导弹，控制和引导载着人造卫星、宇宙飞船的火箭进入预先规定的飞行轨道。这种雷达要求有相当远的作用距离，又要求把目标的位置测得十分准确。为了完成制导任务，制导雷达往往要和复杂的电子计算机一起工作。

跟踪雷达——主要是用来对高空的飞行目标进行自动跟踪，测出目标的距离、高度、方位、速度以及飞行轨道，并根据这些数据判断被跟踪的目标是人造卫星，还是洲际弹

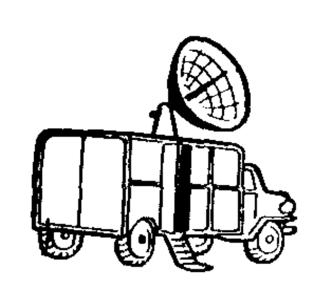
道导弹，是真的导弹还是假的导弹。

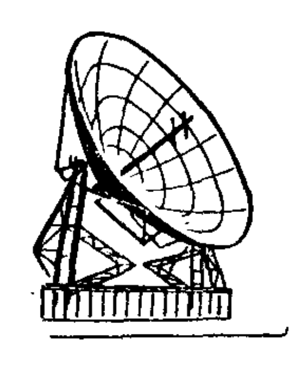


自导雷达——这是一种装在导弹头部的雷达，它的作用是在导弹起飞后，能自动地对目标进行跟踪，并引导导弹向目标飞去，使导弹能准确地与目标相碰或在靠近目标处爆炸。实际上，自导雷达就是装在导弹上的制导雷达。



探照灯雷达——是一种装在探照灯上的自动跟踪雷达。这种雷达能发现比探照灯探照距离更远地方的飞机，并对它进行跟踪。探照灯上装了这种雷达，就更容易发现和跟踪敌机，而敌机却不能事先发现探照灯的灯光，这对消灭敌人、保存自己是十分有利的。





识别雷达——主要是用来识别远处的飞机、军舰等是我方的还是敌方的。识别雷达发射由密码无线电波组成的询问信号，和接收远处目标的回答信号，就可以确定远处的飞机、军舰是我

方的还是敌方的。

雷达在军事上的应用，当然不止上面谈的这几种。例如在炮弹的头上也可以装一部小雷达，叫做无线电雷管，当这种炮弹飞近目标时，这部小雷达就会使炮弹爆炸，提高命中率。在歼击机头部装一部搜索雷达，可以搜索空中目标。在飞机尾部装一部护尾雷达，当敌机从后部偷袭时，这种雷达就立刻向驾驶员发出警报，以便驾驶员及时给予回击。一般军舰上都装有导航雷达，因此能及时发现礁石等障碍，在黑夜、大雾、暴风雨等情况下，航海人员都能通过雷达来看清周围的情况和准确地测出船只所在的位置。另外，在炮兵阵地上还可配置一种炮位校准雷达，这种雷达可以根据敌人榴弹炮炮弹的轨迹，测出敌人榴弹炮阵地的位置，并且也可以根据我方榴弹炮炮弹的轨迹来校准对敌人榴弹炮阵地的射击。前沿阵地还经常配置一种侦察雷达，以侦察敌人前沿阵地的布置和调动情况。

雷达为什么能控制导弹打中目标？

1966年10月27日，我国成功地进行了导弹核武器试验，充分显示了我国在核武器和导弹武器方面的卓越成就，这是毛泽东思想的伟大胜利！

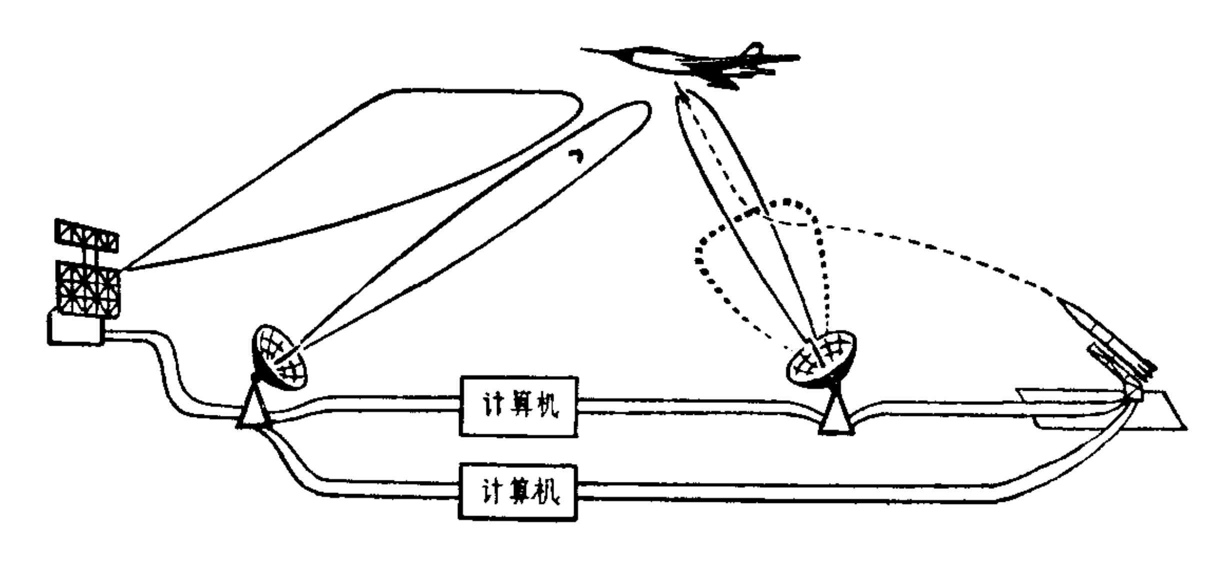
导弹是最现代化的一种武器，在军事上，可以用导弹去

攻击几千公里之外敌人的军事目标，还可以攻击敌人的军舰、飞机和拦击敌人向我们发射的导弹。

控制和引导导弹去攻击敌人的目标或进入预定的飞行轨道，在技术上叫做“制导”。对导弹进行制导，是一种相当复杂的事情。雷达是对导弹进行制导的不可缺少的设备。

攻击不同的目标，往往要采用不同的制导方法。下面我们来看看雷达是怎样制导导弹去打飞机的。

当防空导弹基地的警戒雷达在几百公里之外发现敌机时，就将敌机的方位、距离、高度等数据送给目标跟踪雷达。目标跟踪雷达根据警戒雷达送来的数据，很快就会捕获敌机，并对敌机进行自动跟踪。目标跟踪雷达在对敌机的自动跟踪过程中，不间断地将所测得的敌机的方位、距离、高度等准确数据，送给两部计算机。一部计算机把敌机的有关数据变换成一种控制信号，并将这控制信号送给装有导弹的导弹发射架，使导弹发射架转向敌机的方向，准备发



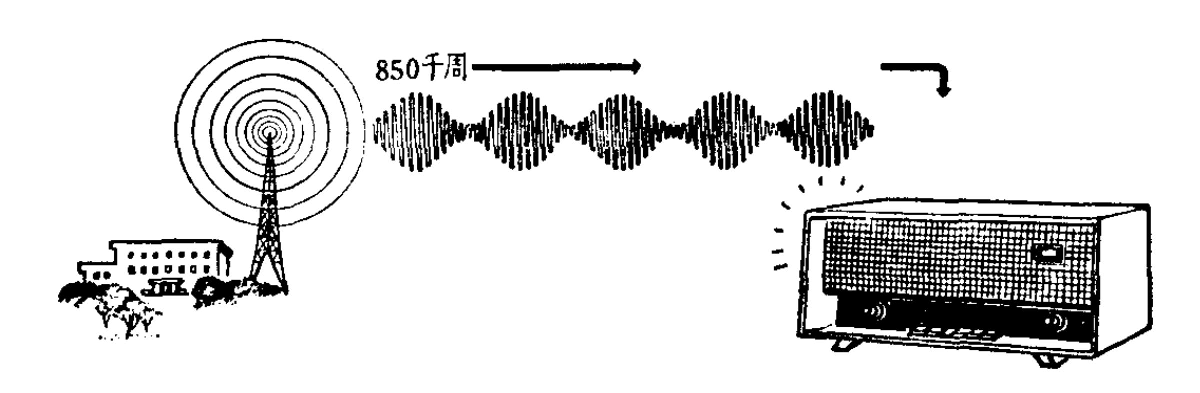
射。另一部计算机也将敌机的有关数据变换成控制信号，并将这控制信号送给导弹制导雷达，使导弹制导雷达的波束也始终指向敌机。上述各项工作，都是在极短的一瞬间里完成的，然后，导弹立即发射出去。由于制导雷达的波束始终指向飞机，所以只要使导弹沿着制导雷达的波束飞行，就一定能将敌机击落。因此，在导弹起飞后，制导雷达的波束很快就会捕获导弹。导弹进入制导雷达的波束之后，就驾着波束向敌机飞去。因此也有人把这种制导方法叫做"驾束制导"。导弹沿着制导雷达的波束接近敌机之后，就会自动爆炸，将敌机击落。

为什么收音机能选择电台？

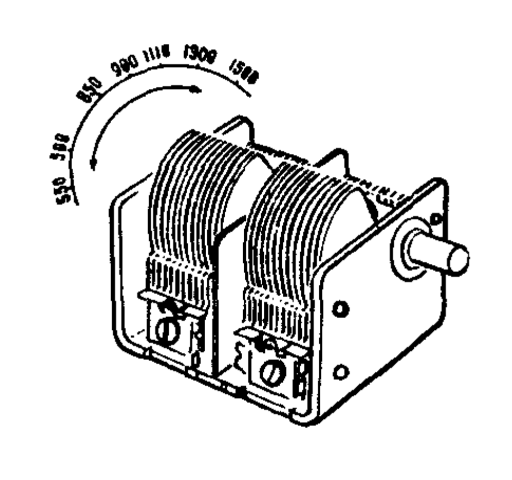
打开了收音机开关，转动一下旋钮，就可以听到广播，调节这个旋钮，可以随意选择你所要听的广播，就可以收听到本地的、全国各地的新闻和节目，多么便利啊！

一只小小的旋钮，为什么能有这样大的作用呢？

原来各地的电台都在按着自己的频率，根据预先排好了的时间和节目，向空中播送出无线电波。我们坐在房间里，尽管眼睛没有看到这些电波，可是只要备有一只收音机，它们就会钻进去，在里面的天线线圈里产生出各种不同频率的微小电流，等待我们要收听时去选择。



到底怎样选择呢？我们只要向收音机的里面看看，就可以发现：在旋钮旋动的时候，可变电容器也跟着它在转动，这个电容器和共振线圈是联结着的，它们组成一套选择机构。电容器转到某一个位置，选择机构只让指针上指明的那一个频率的微小电流进来加强，而不让别种频率的微小电流得到加强。如果这时候开关已经打开，已经加强的电流，就可以进入收音机的放大部分去放大，再转变成声音。



实际上，这个由电容器和线圈联结成的选择机构所起的作用，跟振动中所说的共振作用是一样的。在这种选择机构里，可以产生一定频率的电流，当可变电容器所调节的频率和天线线圈里某一电流的频率相等时，就可以发生电的共振，从而使这个频率的电流被选择、加强、放大以至变成声音，我们也就收听到广播了。

收音机开得响一些耗电多吗?

听收音机的时候，往往会发生这样一个问题：收音机开得响一些，耗电也多一些吗？有人说：这还有什么可争辩的呢？收音机是依靠不断供给它电能才会发出声音来的，声音开得大些，当然要多消耗掉一些电能。譬如生炉子，火旺一些，煤自然也烧得多一些。

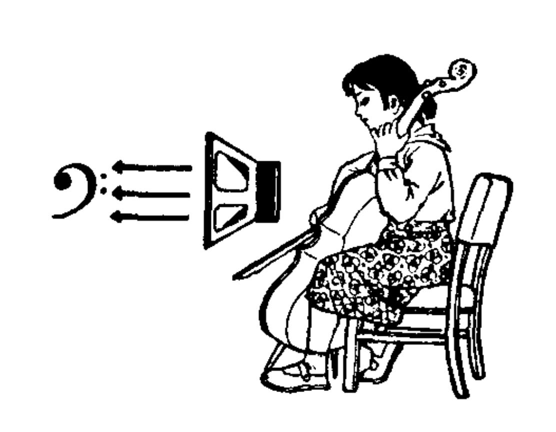
这样的解释听起来好象完全正确，实际上并不全面。我们说：收音机声音的高低跟用电的多少，要看使用什么样的收音机来决定。现在一般的收音机，从类型上来分只有两种，一种是电子管收音机，另一种是半导体晶体管收音机。对普通家庭用的电子管收音机来说，只要你听收音机，那么不管你开得响一些还是轻一些，它用掉的电能总是一样的。这是什么原因呢？因为一般收音机消耗的电能绝大部分是用在燃点电子管的阴极（灯丝），以及供给电子管屏极和帘栅极需要的电能上的。使用收音机时，它们需要的电能都必须维持一定的数值，否则收音机就不能正常工作。你把收音机的声音开得轻一些，实际上一点也没有使它的电能消耗减少，只不过更大部分电能没变成声音从喇叭里放出来，而是在电路里化成热能消耗掉罢了（声音大时，也是大部分电能变成热消耗掉，小部分变成声音）。

至于一般的单管、两管或三管的简单晶体管收音机，耗电的多少，跟声音的响度也没有关系。大多数四管以上的晶体管收音机，由于它的电路设计与普通电子管收音机有所不同，所以这类收音机的声音开得响一些，耗电就多一些。

为什么收音机里的扬声器越大，声音越好？

耳朵能听到的声音是每秒钟振动 20 次到 20,000 次的声波，振动低于每秒 20 次和超过 20,000 次的声音是听不见的。在能听到的范围中，太低沉的声音和太尖锐的声音是十分难听的。在音乐和语言里，声波的振动频率范围约在每秒几十次到几千次之间。最低的男低音大约每秒振动 60 多次，最高的女高音每秒振动 1,300 多次。各种乐器所能发出的声音频率，一般能低到每秒 50 次和高到每秒 4,000～5,000 次。因此，收音机里的扬声器(俗称喇叭)要能真实地放送出所有的语言和音乐中最高和最低的声音，就是一架优良的收音机。

扬声器的大小和放音的质量有很大的关系，尺寸小的扬声器适宜作快速的振动，善于放送高音，但不能放送很低的低音，譬如说，低于每秒振动150次的声波就发不出来，听起来就感到声音过于尖锐，在听音乐的时候，乐曲中的鼓声，低音乐器的声音就很微弱，甚至听不见。



尺寸大的扬声器适宜于作低速的振动，善于放送低音，所以，要收音机的放音优美，最好用尺寸大一些的喇叭。一般收音机多用口径为130毫米（即5吋）的扬声器，低音不是十分丰满的。有的收音机用165毫米（即6.5吋）的扬声器，低音就比较好一些。有的收音机用口径为200毫米（即8吋）的扬声器，低音就更好了。

为了避免大扬声器不能放送高音的缺点，有些特别好的收音机用几个大小不同的扬声器配合起来，使大扬声器放送低音，小扬声器放送高音，这样就能真实地把音乐和语言的声音放送出来。

半导体收音机的体积都比较小，所用的扬声器的尺寸也较小，一般口径为65毫米、55毫米或40毫米，因此听起来声音较尖，

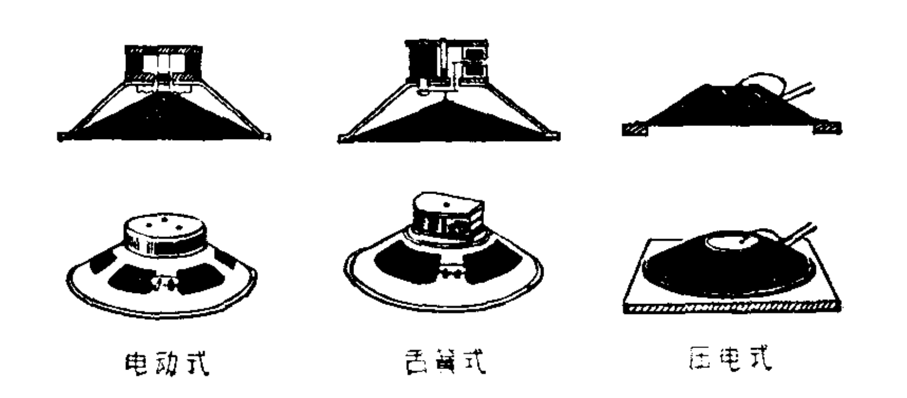
放送的低音就不够丰满。

为什么农村有线广播大部用压电扬声器？

收音机里少不了一只扬声器（人们一般叫它喇叭），因为缺了它，我们就无法听到广播电台播送的节目。一般收音机的喇叭是由磁铁、音圈、夹板、定位支片和纸盆等材料组成的。

扬声器是怎样播送声音的呢？当无线电台输送出来的电波被收音机天线接收后，经过各电子管一系列工作变成了音频讯号，传给扬声器的音圈，由于通电导线在磁场里运动的缘故，音圈就随着讯号的强弱、频率的变化而作相应的运动。这样，把电能转变成机械能。音圈又是和纸盆连在一起的，当纸盆随着音圈一起运动时，便推动了周围空气发生振动，于是产生了声音，也就是把机械能转变成声能了。这种扬声器的结构比较复杂。

为了更好地为贫下中农服务，无线电厂的革命职工，遵照毛主席**"努力办好广播，为全中国人民和全世界人民服务"**的教导，生产了一种名叫锆钛酸铅压电扬声器。它的结构很简单，不需要磁铁、音圈、夹板和定位支片，只要用一块



银白色的、象眼镜片那么大的薄片，和一张纸盆就可以了。

那块银白色的金属是由锆钛酸铅压电陶瓷片粘连起来的。它的特点是当电讯号输送过来以后，不需要音圈的作用，自己能发出相应的运动，这叫做反向压电效应，并带动纸盆推动空气发出声响，完成扬声器的工作。

过去，农村的有线广播用的都是舌簧喇叭；现在有了压电扬声器，它不但结构简单，价格低，而且即使在有线广播线路比较长，电压比较低的情况下，仍然可以传送较清晰的声音。这对普及农村的广播事业具有重大的意义。

压电扬声器的缺点是声音比较尖，但这是可以改进的。因为它是一种高阻抗的元件，如果把它放在收音机上使用，只要把收音机的输出阻抗改一下就可以了。

手提式扩音器为什么能发出响亮的声音?

我们走在街上，常常看到一队队红小兵，拿着硬纸做的喇叭筒，向大家宣传毛泽东思想。别看这只喇叭筒简单，它却能使声音集中朝一个方向传播，使较远的地方也能听到。

然而交通警拿的那只“喇叭筒”，声音则要响亮得多，这显然不是他的嗓门大，原因在于交通警用的是只手提式的扩声器（又叫喊话器）。它是用晶体管来做放大机体的，所以人们又称它为半导体喇叭。

开大会时，台上总少不了话筒，讲话的声音通过话筒，传给扩音机“放大”，然后送给会场四处的喇叭，使会场上千上万的人都听得很清楚。

手提式扩声器，就是把话筒、扩音机和喇叭配套装入号筒，并使之微型化。

我们使用时，只需打开干电池的开关，对着话筒喊话，由于空气的振动，话筒的膜片也随之振动，并带动和它粘在一起的压电陶瓷片，作相应的弯曲振动，压电片的表面就产生了电讯号。电讯号被

五个晶体管组成的放大机体所接受并放大，再输入给高音喇叭。高音喇叭的音圈是装在磁铁缝隙里的，一旦有电讯号通过，音圈立即产生振动，并推动粘在一起的振膜，从而引起空气振动发出了响亮的声音。

为了使用方便，喊话器造得越轻越好。当然它“放大”声音的本领，自然及不上很大的扩音机。不过，一般3伏功率的喊话器，用于游行、集会和宣传是绰绰有余了。

目前，工人同志正在试验用塑料制作外壳，并用压电片取代笨重的磁铁、铁碗和夹板等一系列机件。这种崭新的喊话器不但为国家节省大量稀有金属，而且具有轻巧、响亮和价廉的优点。

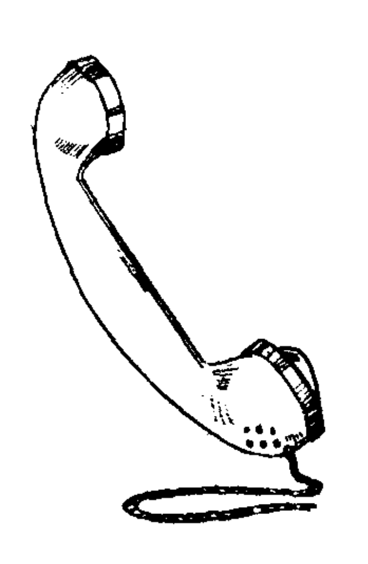
为什么抗噪声电话机能抗噪声?

当你在喧闹的公共场所或马达轰鸣的车间里打电话，对方一定很难听清你的话。这显然是周围的噪声杂音太响，以致淹没了你讲话声音的缘故。

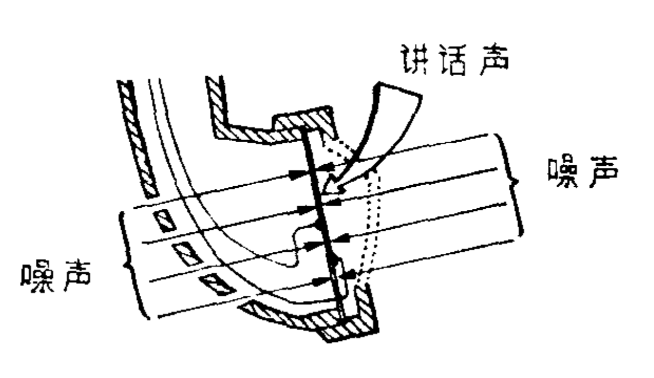
如果有一种可以将噪声“过滤”掉，而光让讲话声通过的电话机，该多好啊！现在电子工业系统的工人同志已经把这种理想变成了现实，制成了一种抗噪声电话机。

我们一般讲的噪声，指的是在特定环境下，除了本身的话声之外，凡是周围所不需要的一切声音都属噪声之例。

打电话时，噪声往往来自四面八方；同时每一处的噪声，经过屋内的墙壁、地板和天花板又向四周反射。可见，传入我们耳朵的是来自各处的混合噪声，它们作用于耳膜的压力叫做声压，于是我们听到了声音。声压不管朝哪个方向总是以同样的力传播，如同我们在下水潜泳时，受到来自四周同样大小的压力一样。



现在我们来看看抗噪声电话机又是怎样工作的。我们知道，普通电话机只能从开孔的前部分接收话声，后面却是封闭不接收声音的。使用时，噪声与话声同时被前面开孔的话盒所接收，这样对方听到的不光是话音，还有很响的噪声。而抗噪声电话机的电盒与普通电话机不同。它前后两面都开孔，而且是对称的。电盒里的振膜结构，前后也是对称的。当噪声从四面八方以同样的声压，从电盒的前后一起传入时，恰好互相抵消，电盒的振膜仍是静止状态，所以噪声无法被传送给对方。这好比一张薄纸，当我们用手指朝一面戳它时，即很快向另一面凹进去；如果从前后两面对准一点加以同样的力，则薄纸仍保持原样而不变形。噪声是送不进去了，那么

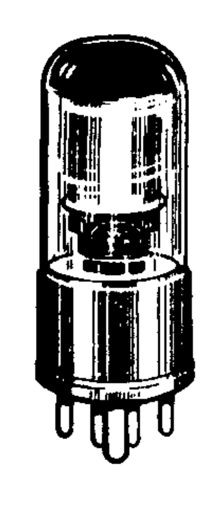


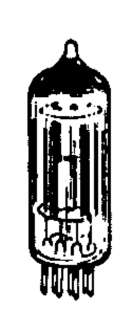
我们的讲话声是不是也互相抵消了呢？

讲话声传播的路线不象噪声是从前后同时传入话盒的，而是从前面朝一个方向进入话盒。当然声音也会从话盒后面进入，但它的声压和速度要差得多。这样振膜首先受到从前面迅速传来的巨大声压，引起了振动，于是把话声顺利地传给了对方，达到了抗噪声的目的。

随着工农业生产和国防工业的飞速发展，要求这类电话机具备更为复杂的抗噪声性能：不仅能对付马达发出的一般噪声，而要能抵制飞机、大炮等更为强大的噪声；不仅能对付来自四面的噪声，而且能抵制来自一个方向的噪声。战斗在电子工业战线的广大革命职工，正以只争朝夕的革命精神，努力改进和试制这种高级抗噪声的电话机。

为什么收音机内小型电子管的顶部，都涂有一层银灰色的薄膜？



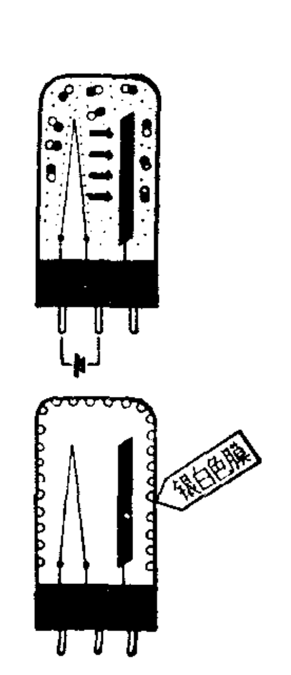


打开收音机的外壳，你能看见里面有好几个电子管，而且每个电子管的内壁上有着一层银灰色的薄膜。这是为什么呢？

电子管又叫真空管。顾名思义，电

子管内部是抽掉了空气的。为什么电子管要抽成真空呢？因为最简单的电子管有两个电极——阳极和阴极，当加上电压，灯丝炽热后，阴极内部电子得到了较大的能量，就能克服金属表面的阻碍而跳出来。这时候，如果电子管的阳极上有正电压，这些跳出来的电子就向阳极奔去。假若这时候电子管里还残留着空气，那么跳出来的电子就会同空气里的气体分子相碰撞，把气体分子中的电子撞出来，使气体分子变成带正电的离子。当这些离子移向阴极时，以一定的速度去撞击阴极，这样一来，电子管阴极的表面很快就被撞坏了。所以，真空度是与电子管的寿命有密切关系的。

可是，电子管里的空气不可能百分之百的抽尽。为了延长电子管的寿命，人们想出了一个好办法，这就是在制造电子管时，在电子管里装上一种消气剂（又叫吸气剂）。消气剂一般是由钡钛合金或钡铝合金制成的。在电子管制造过程中，当加上高频电流后，就会产生一种涡流，使消气剂受热而蒸散，于是将电子管里残余的空气吸收掉，这就大大地提高了电子管内的真空度。而钡钛（或钡铝）金属就凝附在玻壳的顶部，形成了一种半透明的银灰色的薄膜。



一般老式的中型电子管，其消气剂大都装

在管子的下部，所以这种电子管的下部都有一层银灰色的薄膜。

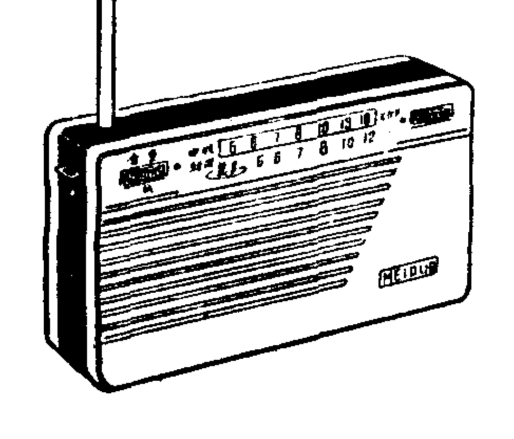
为什么有些收音机把连接元件的导线印在一块板上？

装制收音机时，当一切元件准备齐全以后，就要用导线把这些元件一个一个地焊接起来。这完全是手工操作，需要熟练的技术和较多的时间。在收音机工厂里就有很多的工人专门做这焊接的工作。

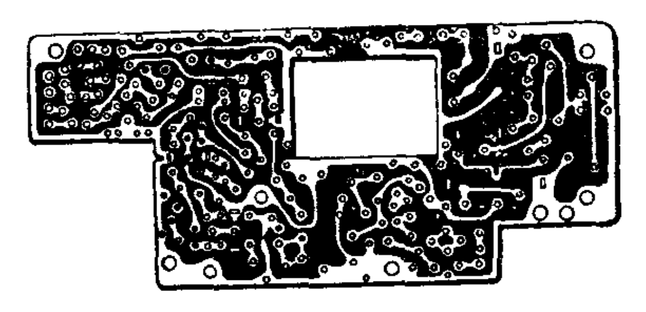
怎样才能把这种繁琐的劳动简单化呢？

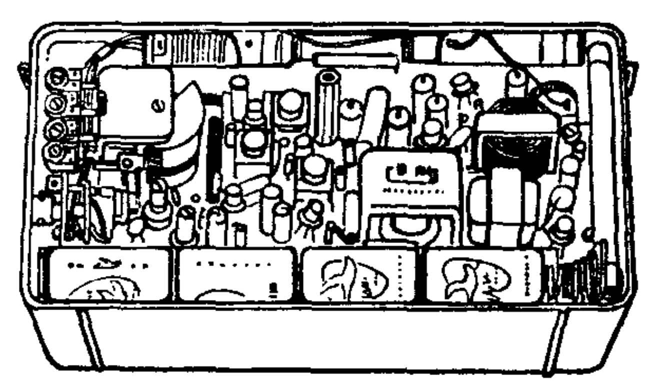
现在有些半导体收音机中已经找不到纵横交错的导线了，所有的元件都焊接在一块小小的底板上。这块底板上有着弯弯曲曲花纹似的图案，这就是连接各个元件的导电通路。它很象印刷上去的，大家把它叫作“印刷电路”。

为什么印刷电路要做成这样古怪的花纹呢？这是因为印刷电路都在一块平板上，不能象用导线联接那样交叉重迭，在制造印刷电路以前，就已经把元件的位置和线路重新排列和布置



过了。





印刷电路是这样制造的：把一块敷有极薄的铜箔绝缘板按照预先画好的电路形状，把不需要的那部分铜箔腐蚀掉，再冲出各个安装元件的孔眼。在印刷电路上安装元件是非常简单的，只要把所有元件引线穿入规定的孔中，把整个底板往熔化了的焊料槽中一浸，刹那之间，所有接点和铜箔全部焊好了。由于底板上没有铜箔的部分是不会沾上焊料的，而仅仅在印制导线的铜箔和元件引线上沾有焊料，这样就完成了焊接工作。

印刷电路代替了繁琐的手工劳动，节约了大量导线和焊料，降低成本，消灭差错，又快又好，是一种高质量大量生产的好办法。

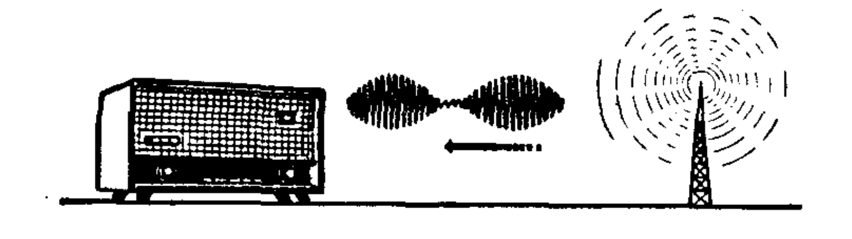
为什么一般收音机收不到电视广播的声音?

我们常用的收音机,能够收到全国各地的广播节目,可是却收不到电视台的节目。这是什么道理呢?

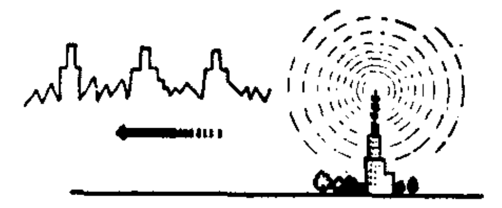
这是由于它们的频率(或波长)不对头。因为一般收音机收听的是中波和短波,它们的频率范围是从每秒几百千周到 20 兆周左右,波长从几百米到十几米。而电视广播用的是超短波,波长只有几米,因此一般收音机收不到电视广播的声音。

如果我们把收音机的调谐回路改到了超短波范围,能不能收到电视广播的声音呢?还是不能。这又是什么原因呢?

因为一般广播和电视广播的声音,加到载波(无线电波)上去的方法(调制形式)各不相同。一般广播采用调幅制,就是说,声音加到载波上去的方法,是使载波幅度







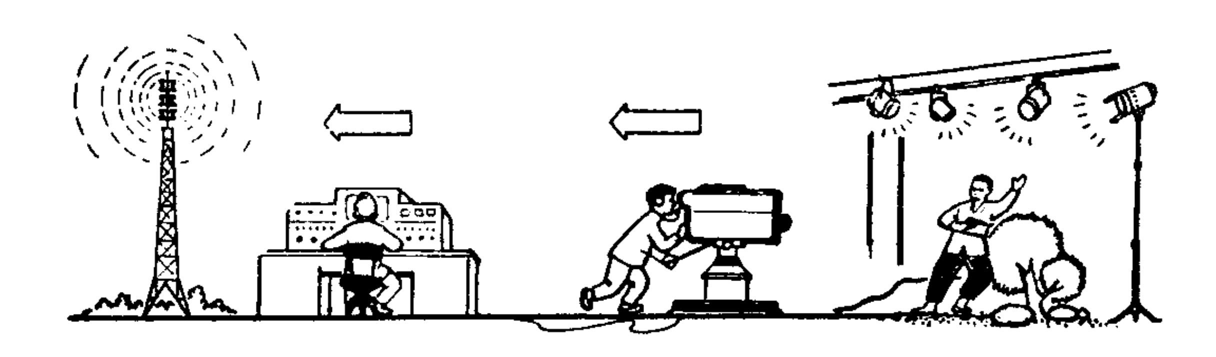
的大小按声音的强弱而变化。收音机收到了这种载波，就按它的幅度变化的规律检出来还原成声音。在电视广播里，声音是采用调频制，也就是说，载波的频率按声音强弱而变化。载波的幅度是稳定不变的，这种载波即使被收音机收到了，也检不出声音讯号来，因为它的幅度没有按声音的规律变化。

怎样使收音机能收听到电视广播的声音呢？只有用调频收音机才能收听电视广播的声音。当然，这个调频收音机还必须调到电视伴音的频率（或波长）范围内，否则还是收不到的。

电视台为什么能播出各式各样的节目？

古代的神话传说中，常有千里眼顺风耳的故事，这些都是古人的幻想；而现在都已变成了现实。可不是吗？人们在离北京几十里外的地方，只要在电视机前，也能看到天安门前的国庆游行，看见伟大的领袖毛主席，站在天安门城楼上，检阅雄壮的游行大军。有时候人们不用到电影院或剧院去，在电视机前就能看到电影或舞台上演出的精彩节目，同时还能听到他们的讲话或伴奏的音乐等。电视机真是个千里眼，又是个顺风耳。

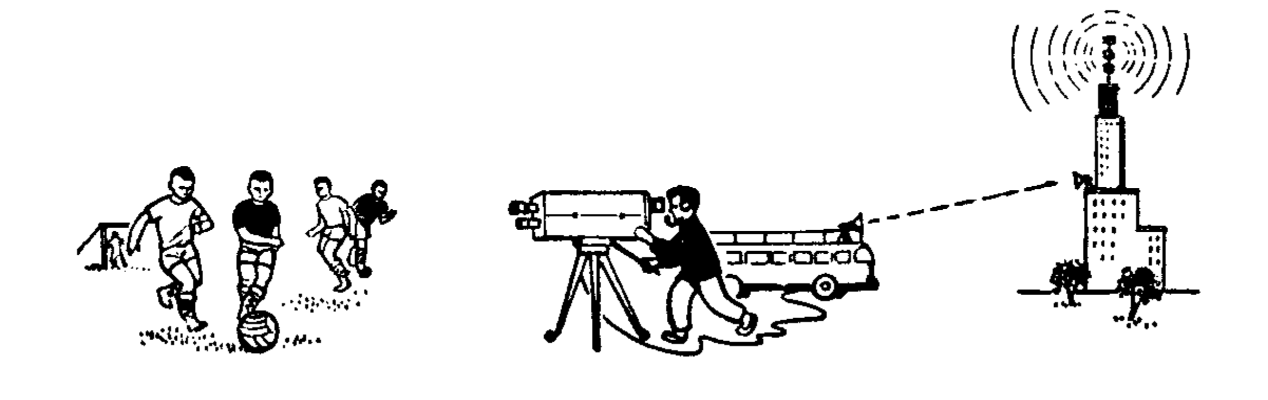
为什么电视台能够播送出各式各样的节目呢？

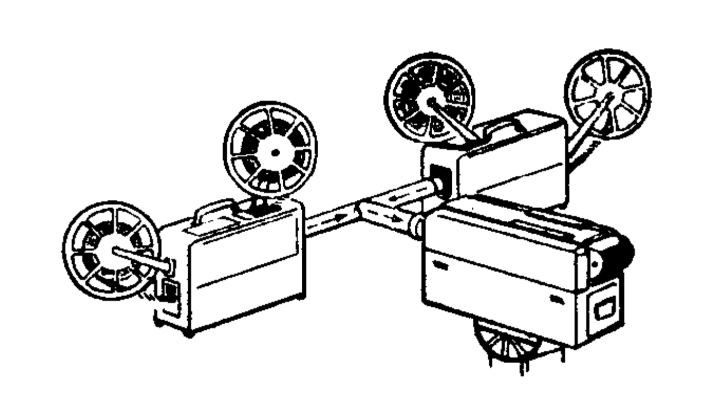


因为电视广播一般有三种形式:一是台内演播,二是实况转播,三是电影播送。

台内演播是演出者在电视台的演播室里进行的。演播室里有话筒和摄象机,话筒把声音变成电讯号,经过放大再发送出去。摄象机把图象变成电讯号,经过放大加工再发送出去。而且声音和图象的讯号,都必须通过电视台的发射机和天线,变成无线电波然后发送出去。通常摄象机是好多架一起工作的。各自摄取不同的画面,送到导演室,导演根据节目内容选取最合适的画面再播送出去。在正式播出以前,大多数节目往往还经过一番排演哩。

有些节目不是在电视台的演播室内进行的,这时候就要进行转播。转播时有一辆电视转播车,把必要的机件装在车上,电视导演也就在车上工作。当然,摄象机必须放到转播场所里去摄取图象,图象讯号先通过电缆送到车上,由





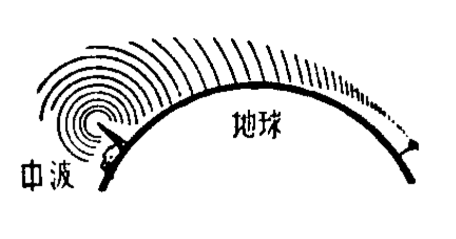
电视导演选择后，用微波将讯号发送到电视台，电视台收到讯号后，再用发射机发射出去。这样观众就可以看到实况转播了。

放映机甲
放映机乙
摄像机

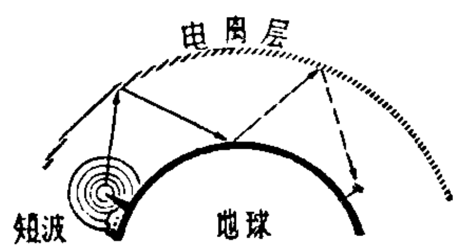
电影的播送也是在电视台的放映室里进行的，它和电影院不一样，不需要银幕。放映机放出来的图象经过一套光学系统直接投射到摄象管上变成电讯号，再通过发射机往外发射，人们在电视机前也就可以看到电影了。

为什么电视广播的传输距离有限？

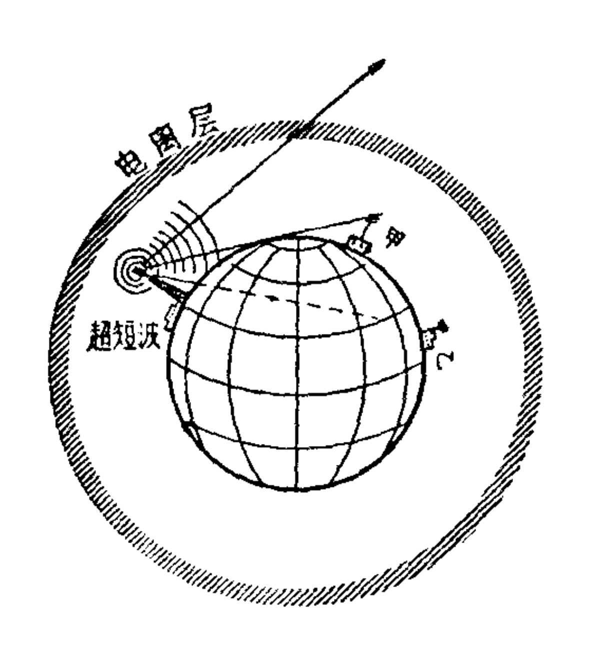
无线电波可以在空间传播，但是无线电波在空间传播的规律，是随着电波频率的不同而有着不同的特点的。



中波广播段的电波主要是沿着地球表面传播的，它可以绕着地球的曲面传过去，不过距离电台愈远，电波也就愈弱，很远的地方也就收不到了。



短波段的无线电波主要是依靠天空中的电离层来反射传播



的，电离层反射下来的电波，也可以再从地面反射到电离层，这样反复地反射，就能传播到很远的地方。

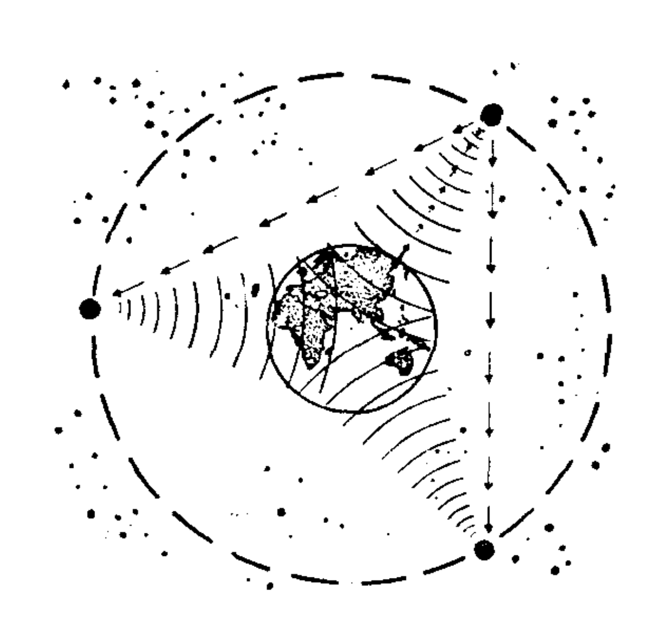
电视台发出的电波是超短波，这种电波不能被电离层反射，只会穿过电离层或者是被电离层吸收掉，因此它只能直线式地传播，这与光的传播差不多。由于地球表面是圆弧形的，而超短波是直线传播的，因此从电视台播送出来的节目，甲地可以收到，而乙地由于电磁波被地球挡住了，就收不到了。上海收不到北京电视台的广播，其道理也就在这里。要使电视广播传得远一些，必须加高发射塔的高度，同时加大发射功率，但一般也只能传播一二百公里。

那么，有没有办法使电视广播播送得很远，甚至播送到全世界呢？

人们已经提出了几种办法，有的已经实现了，这就是通过天上（卫星）、地上（微波中继站）、及地下（电缆）三套互相结合的传送网向远距离传送。

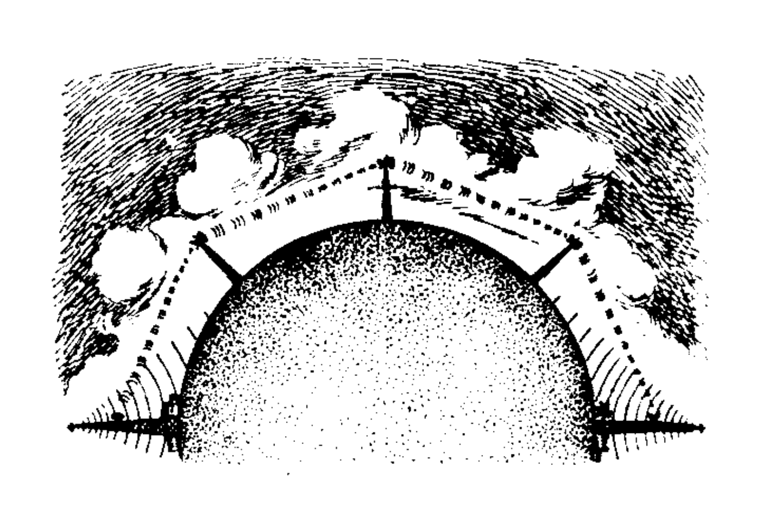
微波的特性更象光线，可以很容易地集中射向一个预定的方向，就象手电筒和探照灯的光一样。利用微波的这种特性，每隔五六十公里，设一个微波中继站，把前一站

发射来的微波信号接收下来，加以放大，再射向下一站，就象接力赛跑一样，一站又一站往下传，把信号传到遥远的地方。



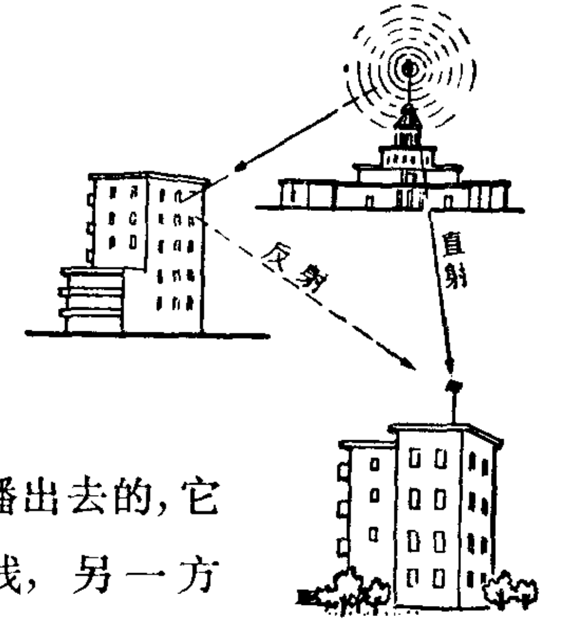
从备战的观点出发，也可考虑敷设地下电缆线，象有线长途电话那样，把电视信号送到很远的地方去。

通过人造地球卫星来作电视广播，已经不是什么很困难的事了。我国 1970 年 4 月 24 日成功地发射了第一颗人造地球卫星，为此提供了极为有利的条件。卫星广播的优点是传播距离远、质量高、稳定可靠。把卫星发射到一定的高度，使它和地球按同样的速度旋转，就能相对地停留在天空某一个固定点上。如果在卫星上设一个大功率的电视转播台，把地面站的电视信号传给它们，它们就能把电视信号转送给地面上很大的面积。据估计，用三个卫星对称地分布在地球外围空间，那



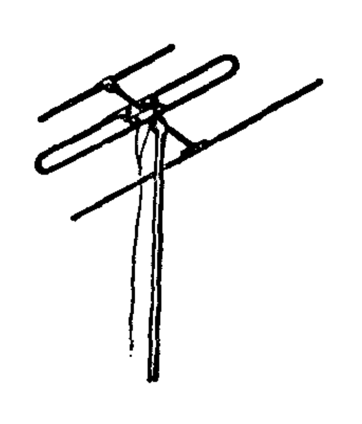
么地球上任何地点都能收到我国的电视广播，让全世界革命人民都可以在电视中看到伟大领袖毛主席的光辉形象，听到毛主席的声音，也可以看到我国的光辉夺目的革命样板戏。

为什么电视机上有时候会出现重迭的影子？

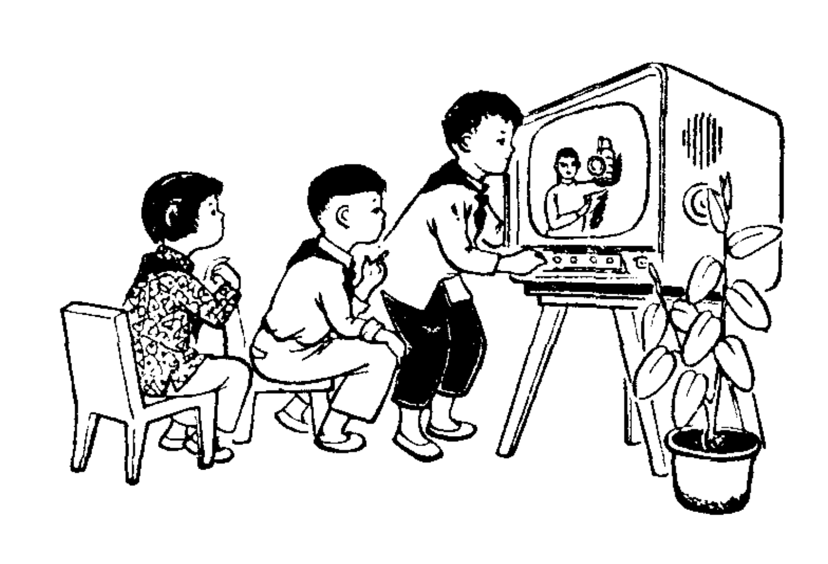


无线电波在空间传播的时候，如果遇到了高大的建筑物、山峰等障碍物，就要发生折射或反射。

从电视发射台发出的无线电波，是向四面八方传播出去的，它一方面直接传播到接收天线，另一方面也可能传播到某一个高大建筑物上以后，再发生反射，这个反射出来的电波也会传播到接收天线上。这样两个电波，由于它们各自所走的路程不一样，到达接收天线的时间也就不一样，在电视机屏幕上出现的图象就有重迭的影子了。有



时候也可能有很多重迭的影子，这是因为有好几个反射波被接收天线收到的缘故。如果有这种现象产生，旋转接收天线的方向，就可以得到改善。最好是采用方向性较强的天线，例如用三根空心金属管先排成三字形，并将中间的一根金属管弯成长条形的环状，再用一根木头把这三根金属管连接起来，成为一个“王”字形的定向天线。采用这种天线可以减少反射电波的强度，再经过仔细旋转天线的方向，图象上的重迭影子可以大大改善了。这里也需注意，如果使用了不适当的引入线，也会发生重迭的影子，这是由于电波在引入线两端产生的反射所造成的。



为什么电视广播能播送活动的图象？

电视是现代科学技术的一项新成就。自从1958年我国建立了第一座电视台——北京电视台，并且开始生产电视机以来，电视在我国已经得到了很大的发展。我们可以在电视机里看到敬爱的伟大领袖毛主席的光辉形象，也可收看

革命样板戏和革命电影等。它已成为宣传毛泽东思想的有力武器。

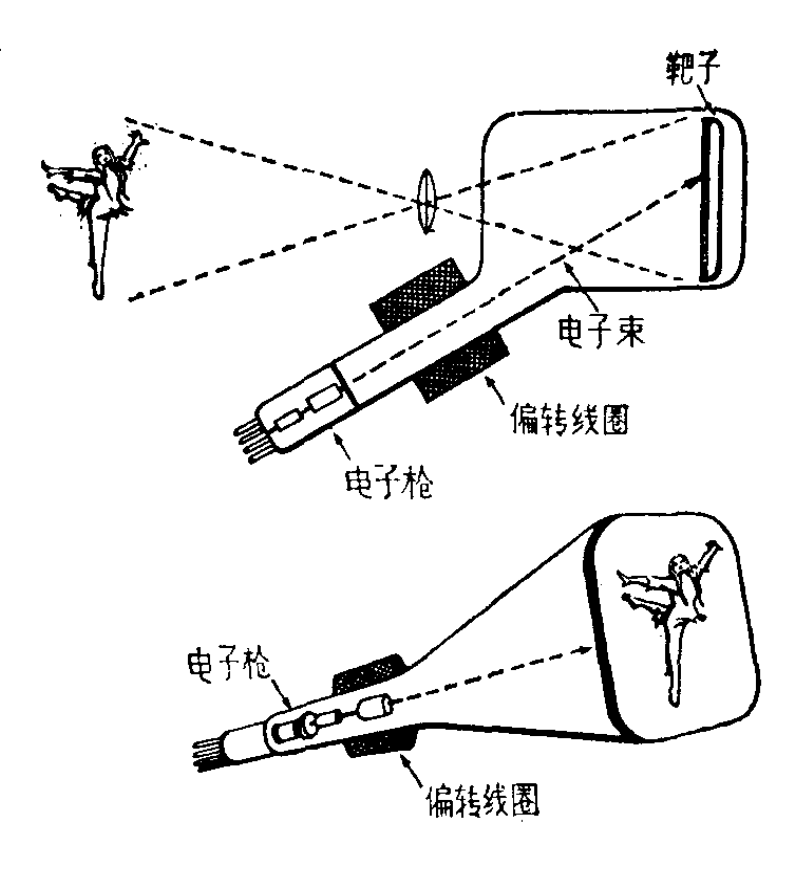
为什么电视广播能播送活动的图象呢?

从根本上说来,电视广播和语言广播(声音)一样,都是用电信号来传送消息的。不同的是,语言广播是把声音(音频)信号变成电信号发射出去,再由收音机把收到的电信号变为声音,其播送方式是:声——电——声。电视广播则是把图象(光)信号和声音信号一起变成电视信号发射出去,再由电视接收机把它变成图象和声音,其播送方式是:光(包括声)——电——光(包括声)。

电视广播如何实现光——电——光的转换呢?

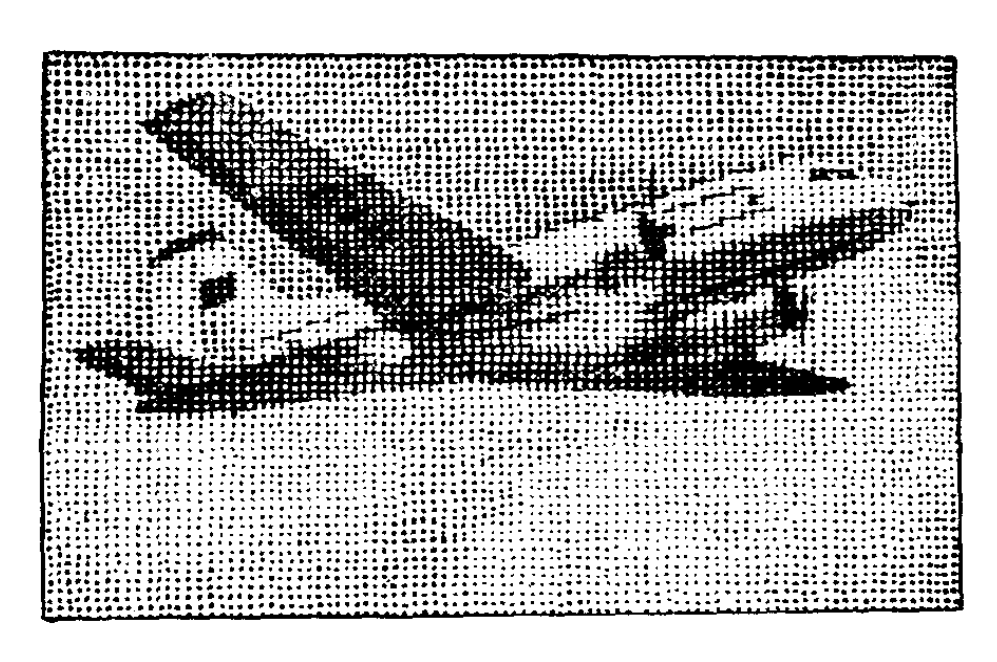
电视是用摄象管和显象管来解决图象(光)和电信号之间的转换的。如果我们仔细地看一看报纸上的传真照片,就可以看到它是由许许多多明暗不同的小点组成的。这些小点就是图象的基本单元,叫"象素"。我们先从一个小点来说吧。一个小点经过摄象机镜头,在光电变换靶(也叫光电导靶)上形成了光的影象,它和人眼内的成象作用是一样的。光电变换靶的主角是一片很薄的透明云母片,云母片的前面涂有一层导电薄膜,它能导电,又能透过从镜头来的光。云母片的后面薄薄地涂有一层极细极细的光敏金属颗粒。由于靶面的光电导特性,这颗明亮的小点,就在靶面相应的地方形成电信号。当摄象管内的电子束经过该点时,

就将相应的电信号取出，经放大和种种处理后加到载波上（象把货物装到火车上一样），由电视发射台以无线电波的形式发射出去。如果某一点受的光强，得到的电子流就强，某一点受的光弱，得到的电子流就弱。代表某一点影象的明暗程度的电信号就是这样产生的。电视台发射的无线电波，由电视机中的显象管，还原成原始电信号（象从火车上把货物卸下来一样），电信号使显象管内的电子枪发出相应的电子束，打在电视机的荧光屏上，使荧光粉发光，这样就完成了一个点子（象素）的传送。



每幅画面分解成的“象素”愈多愈细，重现后的影象就愈精细清晰。我国的电视广播，传送一幅图象，要分成30万个“象素”。这30万个象素又如何传送呢?

我们阅读书报时，是从左上角开始，一字字、一行行地往下看的。电视也就象人们的眼睛一样，采用“扫描”的方



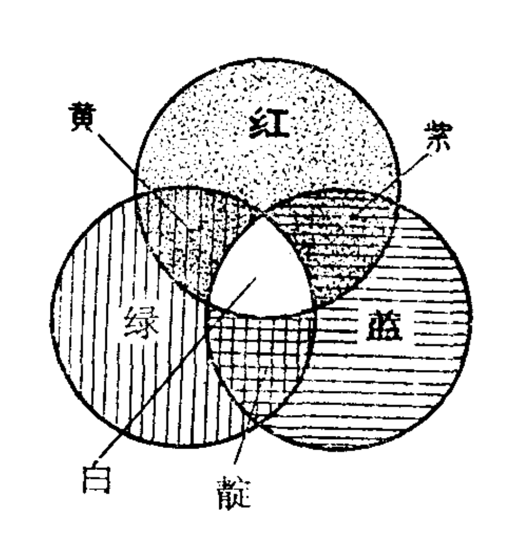
法，即把图象一行行地传送出去，接收机也一行行地显示在屏幕上。显然，要传送一幅完整的图象，就要相当快，才使我们看起来不感到闪烁。如果图象是活动的，就更要加快扫描速度。好在电子的速度非常快，一般电子束扫过一行的时间只要十万分之六秒左右。我国电视广播中，每秒钟要扫描 25 幅完整的画面，每幅画面包括 625 行，每行又包括 800 多个组成影象的点子。你看，电子扫描的速度多快！就这样，摄象管一幅又一幅不断地对图象进行扫描，不停地产生电信号，由电视台发射出去，显象管一幅又一幅地把电信号还原为图象，在电视屏幕上就显出连续活动的影象。

彩色电视为什么能播送彩色图象？

与黑白电视相比，彩色电视由于能显示彩色图象，能给

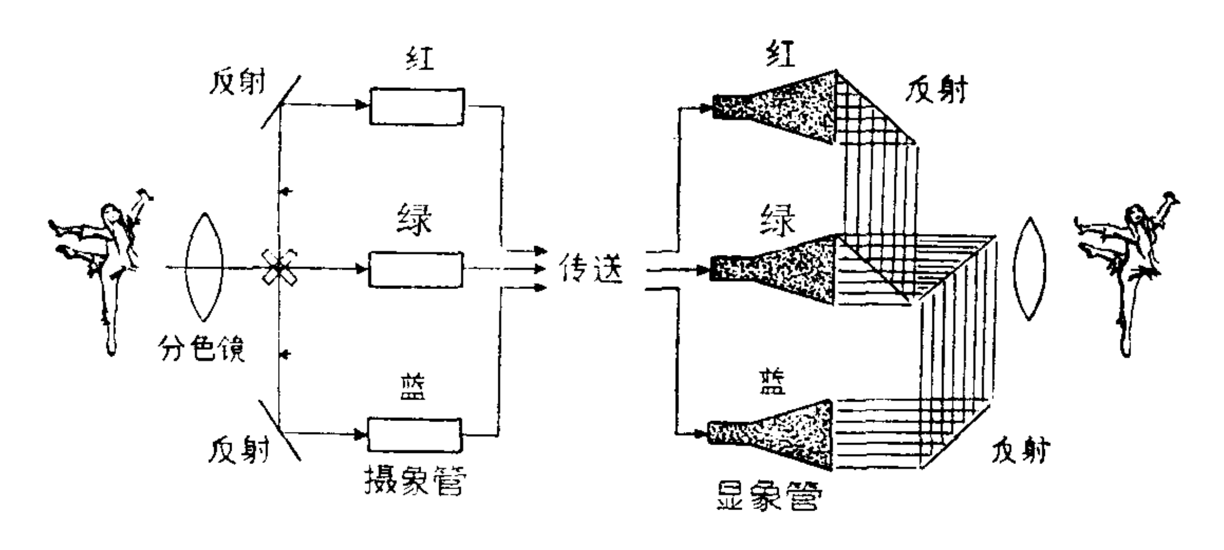
人更加逼真的感觉。

人们早在十九世纪末就已经发现，自然界绝大多数色彩的光，都可以由红、绿、蓝三种色光合成。先让我们看一个实验结果：一束太阳光经过三棱镜后，就被展成一个彩带，它由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫组成，粗看起来象是红、绿、蓝三色光带。是否可以考虑由这三种色光混合来得到各种彩色呢？实验证明：把红、绿、蓝三原色按不同比例混合，就可以得到各种彩色，红、绿、蓝三种色光混合可得到白光，红光和绿光混合可得到黄光，红蓝光混合可得到紫光等等，这就叫“三原色原理”。同样，任何一种彩色也可分为三原色。彩色电视就是运用三原色原理来传送彩色图象的。



在黑白电视用的摄象机中，用一个摄象管就行了，而彩色电视用的摄象机中，一般要用三个摄象管。彩色画面是五彩缤纷的，有明暗的不同，也有彩色的不同，根据三原色原理，任何一彩色可分为红、绿、蓝三原色。在彩色摄象机中，彩色画面通过一个分光系统，被分成红、绿、蓝三个画面，通过三个摄象管把这三种画面变成单独的电信号，后面的情形和黑白电视中的情形相仿。但在彩色电视

接收机中，用的是彩色显象管，在它的荧光屏上，涂有三种荧光粉，在电子束的“轰击”下，这三种荧光粉可分别发出红、绿、蓝三种色光，把这三种色光重合起来，就可得到了原来的彩色画面。当然，彩色电视在技术上较黑白电视要复杂些。



如何来传送三个色光信号，大体上可分同时制和顺序制两个大类。同时制是把红、绿、蓝三个原色信号同时一齐送给接收机；而顺序制则是按一定顺序轮流传送红、绿、蓝三个原色画面，只要使其传送速度足够快，观众看到的仍然是一个完整的彩色图象。

录象磁带为什么能录象？

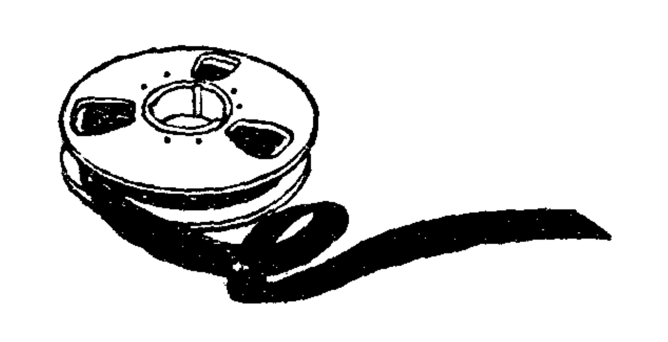
我们知道，通常记录连续活动的景物，都用拍电影的办法，把活动景物以每秒钟 24 幅画面的速度拍摄在电影胶卷

上，经过冲片、复制、配音等工序制成电影片。所以，拍摄一部电影片就需要花费很多的时间。现在，用毛泽东思想武装起来的工人阶级，遵循毛主席关于“**独立自主、自力更生**”的教导，发扬“**一不怕苦，二不怕死**”的革命精神，试制成功了一种不用拍电影就能够很快地录下活动景物的工具，这就是录象磁带。有了录象磁带，就能更及时、准确、形象化地宣传战无不胜的毛泽东思想。

录象磁带要比拍电影省力、省时得多，它可以随录随放，又可以象录音磁带一样地保存起来，如果不需要原来录下的内容时，又可以把它抹掉，重新录制上新的内容，在这方面要比电影胶卷优越。所以它是军事、科研、医学等方面的重要工具。

那么，录象磁带是怎样录上图象的呢？

录象磁带与录音磁带一样，它也是由一种颗粒十分微小的磁粉，加上粘合剂很均匀地涂敷在涤纶片基上制成的。这些磁粉颗粒排列得很紧密，当受到磁场的磁化时，在它上面就会留下剩磁，剩磁随着磁场强度的变化而变化。录



象磁带进行录象时，就是把连续活动的景物，通过电视摄象机，先变成相应的电信号，再把这电信号，通过录象机的录

象磁头，变成磁场的强弱变化，然后再把这磁场的变化记录在录象磁带上。要放映时，就是与上面的过程相反，即把磁带上记录的磁场的强弱变化，还原成相应的电信号，再把这电信号经过处理和放大后，送到电视机的显象管上，就显示出原来的图象。录象磁带录象时，同时可以录音，因此在放映时，可以通过扬声器（喇叭）放出声音。

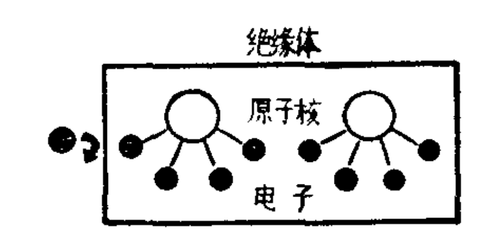
当然，录象磁带的生产，要比录音磁带严格得多、复杂得多。因为声音的频率变化，一般是从几十周到二万周的范围，记录和重放都比较方便。但录象则是从一个极简单的画面到一个极复杂、细致的画面，其相应的电信号，几乎从0周到几个兆周，要记录下这样宽频带的信号，困难就比较大。我国录象磁带的试制成功，是战无不胜的毛泽东思想的伟大胜利。

为什么有些东西导电，有些东西不导电？

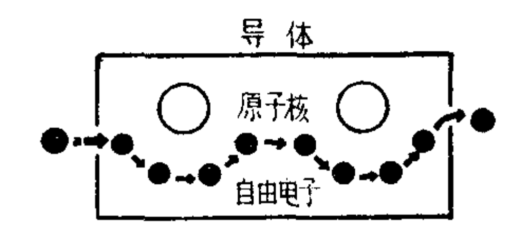
不论什么金属，盐和酸的水溶液，大地或人体等，都能够导电，这些物体叫做导体。玻璃、木材、橡胶、丝绸、油类、琥珀等不能导电的物体，叫做绝缘体。

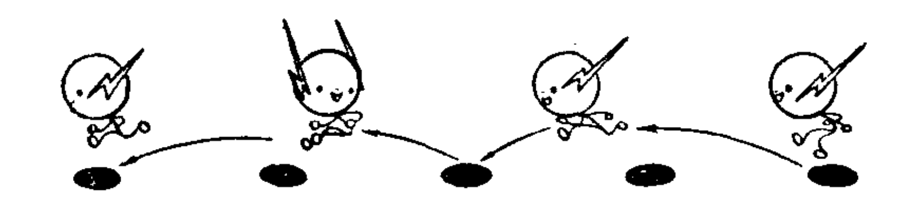
由于金属中有自由电子存在，而自由电子与原子核之

间的吸引力是很小的，原子核约束不住自由电子的行动，金属就是依靠自由电子的运动而导电的。



在盐、酸等的水溶液中，并没有自由电子，为什么也能导电呢？这是由于在盐和酸的水溶液里，有的原子失去了一个或几个电子，另一些原子却获得了这些电子。这些失去电子的原子就带上了正电，叫正离子；获得额外电子的原子就带了负电，叫负离子。正负离子在溶液中发生移动时，溶液就成了能导电的物体了。





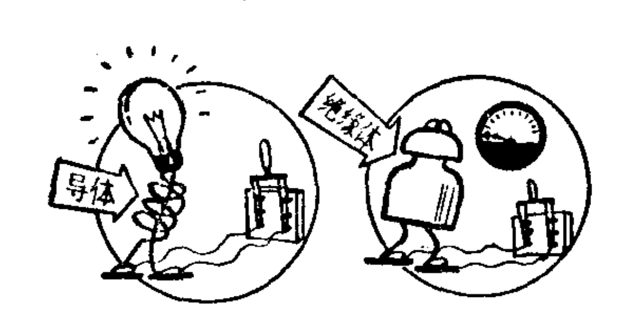
在绝缘体中，原子核和核外电子间的吸引力比较大，这些电子都不能脱离原子核而自由运动，因此这些原子都是中性的，它们既不带正电，也不带负电；由于这类物体中没有自由电子，所以它们都不能导电。

什么是半导体？

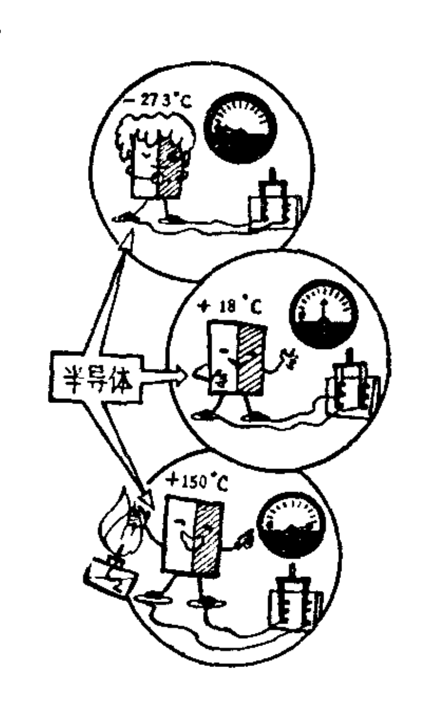
铜、银、金、铝、铁等金属，传电的能力很强，这类物体我

们叫它金属导体。另一些物体象橡皮、胶木、瓷制品等不能传电，我们叫它绝缘体。温度升高，金属导体的传电能力略有减小。而绝缘体几乎没有什么变化，照样是不传电。这是什么缘故呢？

这是因为金属里有大量的自由电子。它们能够在导体中自由地来回运动。就象气体分子一样，上下左右前后各个方向的运动应有尽有。在接通电源后，导体中的自由电子都向一边移动，传送电流通过。温度升高，自由电子的数目不变。但导体内部原子都在不断振动，温度越高，振动越强。这种振动会阻碍电子朝一边移动，这样传电的能力就减小一些。在绝缘体中没有这种自由电子，而只有束缚电子，它们不能自由离开原子，所以不能导电。温度升高，束缚电子又几乎不能转变成自由电子，因而还是不能导电。



但是，还有一些物体，在摄氏零下273度时象绝缘体一样不能导电；而在较高的温度下却能导电，温度较高，导电能力越好。这种物体就叫半导体。它的导电本领介乎金属导体和绝缘体之间。在室温下，它



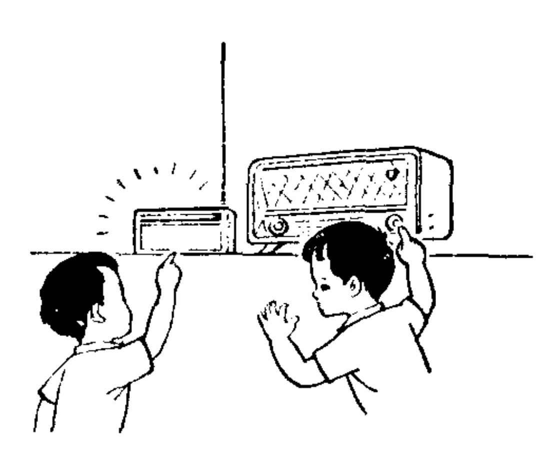
的传电能力约比金属小几十万倍以上。温度升高几度，它的传电能力的变化，抵得上金属在温度降低几百度内的变化。

为什么半导体有这么奇怪的导电性能呢？这是因为在摄氏零下273度时，半导体中只有束缚电子，没有自由电子，因此象绝缘体一样不能传电。然而比起绝缘体来，半导体的束缚电子受到的束缚比较松一些。温度升高，就有相当多的束缚电子解脱原子的束缚转变为自由电子，因而能够导电。温度越高，转变成自由电子的数目急剧增多，导电能力显著增大。利用这种特性，可以制作精密细小的半导体温度计，可以测到摄氏万分之五度，能够测出植物茎、叶的温度变化。

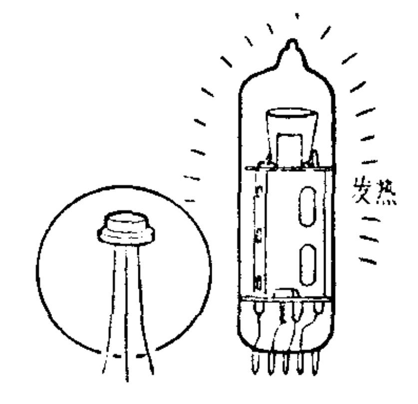
除了温度这个因素外，光照和半导体中的杂质等，都会显著地影响半导体中电子的束缚情况，改变半导体的导电性能。半导体种种技术应用，都是利用杂质等因素对半导体导电性能的影响，特别是半导体二极管、半导体三极管能够代替普通电子管的作用，使无线电技术发生重大的变化。

在我们周围的世界，很多矿石、氧化物、硫化物都是半导体。硅、锗、硒等是非常有用的半导体。如果我们掌握各种半导体的导电性能受种种因素变化的规律，就能更好更广泛地利用它们为祖国的社会主义建设服务。

为什么半导体收音机电源开关一开就响，电子管收音机要等一会才响？



要收听广播节目，先得把收音机的电源插头插上，再打开收音机上的开关。嚓的一声，玻璃刻度盘后面的小电灯立刻亮起来了，这时喇叭里仍旧是静悄悄的，要耐心等一会儿，大概过了 20 秒钟以后，才有声音出来，而且这声音开始很轻，是逐渐逐渐大起来的。



要想知道这是为什么，请你把收音机关掉，再把收音机挪动一下，使你能从收音机背后看到里面的零件。

现在，再把收音机的电源开关打开，跟上次一样，小电灯亮了，可是电子管不是一下子亮起来，而是慢慢地亮起来的。开始是暗红色，最后才变成鲜红色，这时，喇叭里就有了声音了。

全部的秘密都在这里，电子管收音机不能一下子开响，

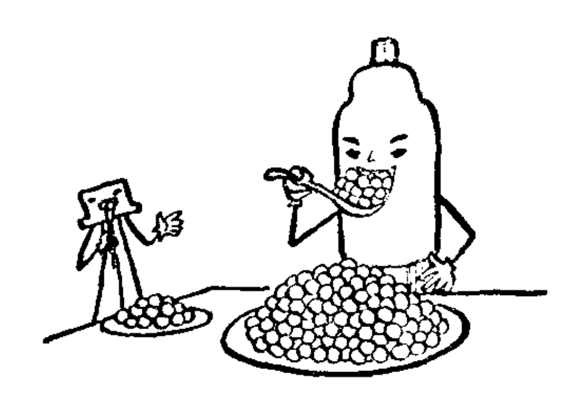
正是因为里边有电子管。它要等到加热到一定程度以后才能正常工作，这一段使电子管加热的时间，就是我们打开开关以后到听见声音时所需要等待的一段时间。

半导体收音机用的不是电子管，而是用半导体做成的晶体管，它根本没有灯丝，不需要一个加热的过程，一接通电源，立刻就可以工作。

半导体收音机为什么耗电特别省？

半导体收音机是用干电池做电源的，只要三四节普通手电筒的电池，就能用上100多小时以至几百小时。在缺乏电力或交通不便的地方，利用半导体收音机建立收听广播站，就能够及时地听到无线电广播。

半导体收音机为什么能做得这么小又这样省电呢？这是因为用半导体二极管和三极管代替了普通电子管。半导体二极管、三极管的体积都很小，它们只有电子管体积的千分之一那么小，所以半导体收音机可以做得很小巧。一般的电子管收音机，必须花费相当多的电力来烧热电子管的灯丝，这样有一部分电力化成了热量就白白地散失掉了。而在半导体二极管和三极管中根本不需要灯丝，并且又能在很小的电力下工作；一个半导体三极



管损耗的电力只有电子管的十分之一，这就是半导体收音机耗电特别省的秘密。

半导体二极管、三极管的这些优点有很大的意义，对于有几万个电子管的电子计算机等复杂仪器，改用半导体的管子，就能减免很多故障，使仪器能比较顺利地工作。

为什么半导体不能完全代替电子管？

半导体收音机里用的不是电子管，它是用半导体做的晶体管来代替一般电子管的。半导体晶体管跟电子管比起来，它有许多优点，譬如体积小、重量轻、寿命长、用电省、坚固耐用；用它装的收音机，通电后立刻能收听到广播等，因此，它现在已经广泛地被用来代替电子管装配收音机了。

半导体不仅能在收音机里充当电子管的角色，在其它应用电子管的电子仪器和设备里，它也能够独当一面，一点也不比电子管逊色。特别是半导体晶体管体积小这个特点，更加讨人欢喜。正因为有了半导体晶体管，人们才能把几间房子那么大的电子计算机，做得象一只普通的书桌那么大小。

半导体晶体管有那么多的优点，那么电子管的工作，是不是可以都由半导体晶体管来代替了呢？

不能。尽管半导体晶体管有许多优越性，它毕竟还有若干缺点：首先是半导体晶体管经受不起高电压和高温度。电压高了，半导体会被电流击穿；温度高了，半导体就会烧毁。因此在焊接半导体晶体管时，常常要用一把金属镊子把晶体管的接头夹住，再用烙铁快速焊接，这样镊子可以把烙铁上传来的热分散开去，不让大量的热跑到晶体管里去。其次是现在制造半导体晶体管的技术水平，还不能使同一型号的晶体管在工作时，效率完全相同，因而在某些精密度要求特别高的电子仪器和设备中，它的使用还有一定程度的局限性。再次，半导体晶体管的功率还不够大，工作频率也还不够高，所以现在大型无线电发射机，仍旧不得不使用电子管。

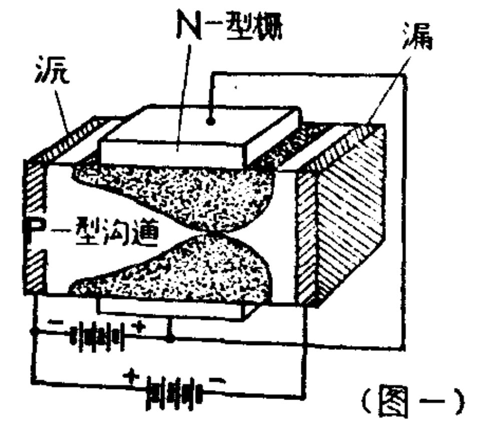
近年来，电子管也有不少发展。半导体晶体管跟电子管确实是各有特点，因此各有各的用途，人们在发展和改进半导体晶体管的制造技术时，也从来没有放弃过对电子管的研究。

为什么把场效应晶体管叫做“万能晶体管”？

大家知道，电子管收音机具有音质优美的特点。但半导体收音机具有体积小、携带方便、性能牢靠、随开随响等一系列优点。这两者各有特色，也各有短处。装过收音机的同志都晓得，这主要是电子管和晶体管两种管子的工作情况不同，因而其构成的电路形式也是不同的。现在一定有人会提出这个问题：是否能够研究出一种新型的晶体管，其外形结构貌似普通晶体管，而其工作方式却与电子管相仿。其实，这一设想早在三、四十年前就有人提出过，但由于当时技术水平有限，这一设想未能实现。随着半导体生产技术的不断发展，被埋没多年的这种新型晶体管，今天又换了“新装”，重获新生！这就是我们这里所说的“场效应晶体管”，由于它在一定程度上兼备了晶体管和电子管两者的优点，因而有许多不能用晶体管简单地代替的电子管电路，就可以采用场效应晶体管。正是因为这个原因，有人就把场效应晶体管叫做“万能晶体管”，当然这“万能”两字，只是在某种意义上来说，并不是真正的“万能”，否则，我们为什么还要生产普通的晶体管呢！

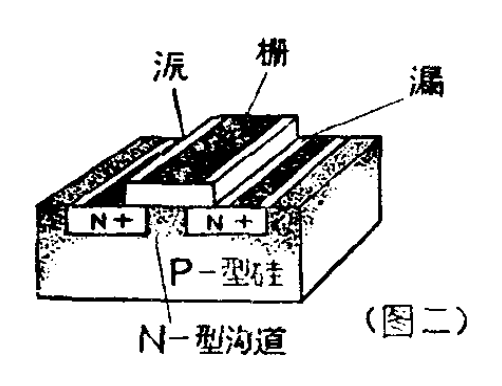
场效应晶体管具有“万能”之称，因而它的发展十分迅猛。几年来，由于我国电子工业战线的广大职工，高举毛泽东思想伟大红旗，突出无产阶级政治，大力发展电子工业的结果，场效应晶体管也迅速地发展起来，并广泛的应用到计算机、雷达以及各种通讯设备中。可以相信象一切新鲜事物一样，它必将成为电子工业中一朵绚丽之花，而吐露出诱人的芳香！

场效应晶体管为什么神通如此广大，俗语说得好："万变不离其宗"。场效应晶体管的应用变化无穷，但其作用不外乎是“放大”和“开关”这两种。现在我们就来看它的放大和开关的原理。



（图一）

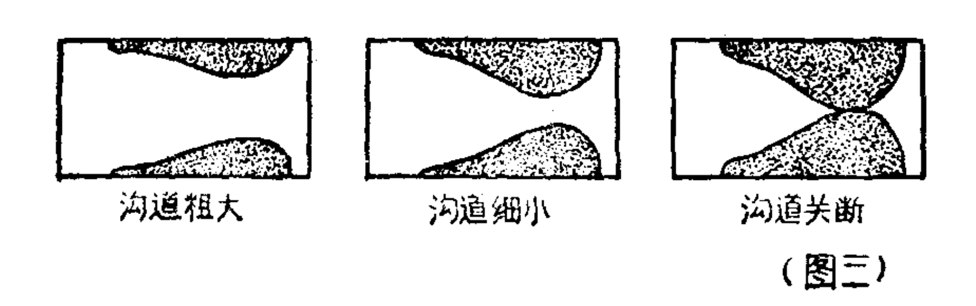
场效应晶体管有“结型场效应晶体管”和“金属-氧化物-半导体场效应晶体管”两大类型，它们的结构，分别如图一、图二。



（图二）

上述两种场效应晶体管的结构虽则不同，但其工作原理相差不多。下面我们仅以结型场效应晶体管为例加以说明。这种晶体管有源、栅、漏三个电极，它们分别与电子管的阴极、控制栅极和屏极（或与普通

晶体管的发射极、基极和集电极)相当，其中从源到漏的电流通道叫做沟道（这如同水流流过的通道叫做水沟一样），栅极和沟道之间形成一个 P-N 结，利用这个 P-N 结，我们就可以改变沟道的大小，实际上是改变电流通过沟道的阻力。具体说来，栅极和沟道之间，结上的反向电压愈大，沟道愈窄，电流通过沟道的阻力也愈大，因而由源流向漏的电流就愈小。反过来也是这样，结型场效应晶体管沟道大小受到栅极电压调制的情况是这样的(图三)：



（图三）

根据上述原理，如果在栅极上加一个连续复化的输入电压，漏极输出的电流就会发生相应的变化，那末，输出端负载上就会得到一个放大了的电压。这就是场效应晶体管的放大作用。如果在栅极上加一个适当数值的忽大忽小的两个电压，沟道就可能忽通忽断，使漏极输出的电流忽有忽无，这就是场效应晶体管的开关作用。

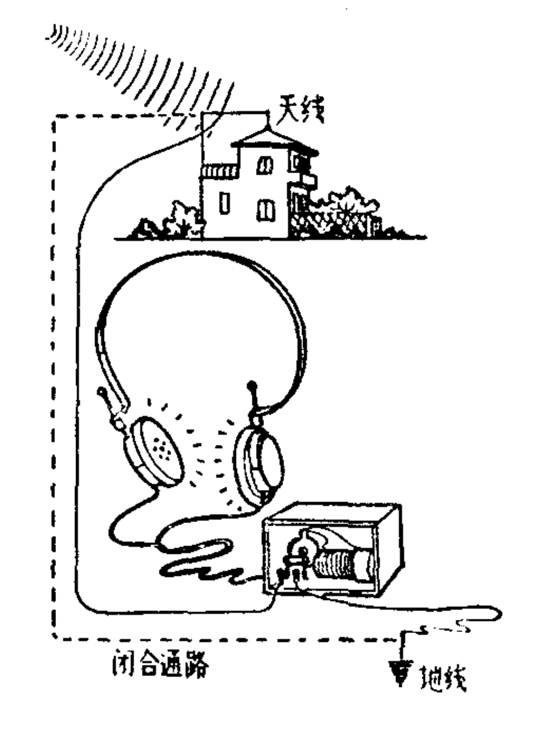
总之，场效应晶体管的放大作用也罢，开关作用也罢，都是利用栅极上的电压，即电场的效应(因为电场与电压直接有关)。这就是“场效应”一词的来历。

为什么矿石机一定要接地线，而收音机却可以不接？

安装矿石收音机，一定要接一根地线。可是电子管收音机，只要把电源插上就会响了，完全可以不要地线。收音机背后虽有一个现成的接地接线柱，但是一般都不用它。

地线的作用是和天线合在一起构成一个电容器，使天线中感应得来的无线电讯号成为一个闭合通路，这样才能把讯号输送给收音机。

矿石机是完全依靠来自天线的能量工作的，除了要有良好的天线以外，还必须要有良好的地线。而现代的五灯、六灯或七灯的电子管收音机，它的灵敏度很高。在这类收音机内，铁的底盘就起了地线的作用，它和天线构成了一个电容器。它的电容虽然很小，由于收音机能将收得的讯号放大许多倍，所以能正常收音，放出响亮的声音来。尤其是交流收音机，它的底盘和交流电源之间



也有很大的电容，而交流电源有一条是接了地的，这就和直接接地起了同样的作用。

对于一些不够灵敏的简单收音机，接上一根良好的地线，就能够改善收音的效果。另外，接地线还可以减少喇叭里的嗡嗡声和杂音。

为什么用环形天线和磁性天线的收音机有方向性？

在有些收音机里，里面常常装有一个线圈，这种线圈叫做环形天线。如果你打开半导体收音机的背板来看一看，也可以发现，里面装有一根跟自来水笔差不多长短的灰色或黑色的磁棒，上面绕着线圈，这叫做磁性天线。装有这两种天线的收音机，在收听广播的时候，会有明显的方向性。这是为什么呢？

收音机的天线主要是用来接收无线电波的。从广播电台发出的无线电波，其实就是一种向各方面传播的变化的电场和磁场，其中电场的方向多半跟地面垂直，磁场大都跟地面平行。收音机里的环形天线或磁性天线的感应电压，主要是由变化的磁场产生的；如果把线圈的平面正对着无线电波传来的方向，因为线圈平面跟磁场互相平行，所以感应

的电压最小，声音就最轻；如果把收音机转过90度，让线圈平面沿着无线电波传来的方向，也就是垂直于变化的磁场，这时天线里感应的电压最大，所以声音最响。这就是装有环形天线和磁性天线的收音机所以有方向性的道理。

环形天线的面积越大，感应的电压也越大，当然收听起来声音更响些。而如果在环形天线里加入高频的铁粉心，可以使感应的电压增大，因此虽然把线圈的面积缩小，仍旧可以得到同样的效果。实际上磁性天线就是装有铁粉心的、外形很小的环形天线，因此，半导体收音机里都装有这样的磁性天线。

装有磁性天线和环形天线的收音机，虽然有方向性的这个不足之处，但也要一分为二，也正是由于它们有明显的方向性，就可以消除从其它方向传来的无线电波的影响，排除一些杂音和其它电台的干扰，所以接收到的声音更加清晰。

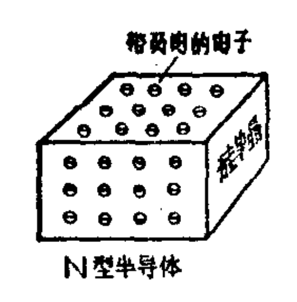
什么是半导体中的 P–N 结？

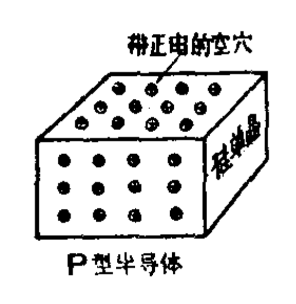
伟大领袖毛主席英明地指出：“**人类的历史，就是一个不断地从必然王国向自由王国发展的历史。**”半导体技术的发展，就是人们对半导体的认识不断发展的结果。

在纯度很高的半导体材料中放入一点点一定的杂质，半导体的导电性能就会大大提高。而且放入不同的杂质(杂质原子是均匀地分布在半导体原子之间的)，就会形成两种导电机构不同的半导体材料。

例如：在硅材料中掺入微量磷、砷、锑等杂质，就会带入许多带负电的电子，接上电极后，这些电子就象自由电子一样起导电作用。这种由电子导电的掺杂硅单晶，就叫做*N*型半导体。

同样，如果掺入硅中的是硼、铝、镓等杂质，就会带入许多带正电的空穴(可以把它理解为带正电的电子，但一般讲法，电子带负电，而空穴是带正电的)，接上电极后，这些空穴也象自由电子一样作规则运动而导电，不过空穴不是象电子那样从负极走向正极，而是从正极走向负极，这种由空穴导电的掺杂硅单晶，就叫做*P*型半导体。掺入的杂质越多，空穴(或电子)就越多，导电性能就越好，电阻也就越低。


N型半导体



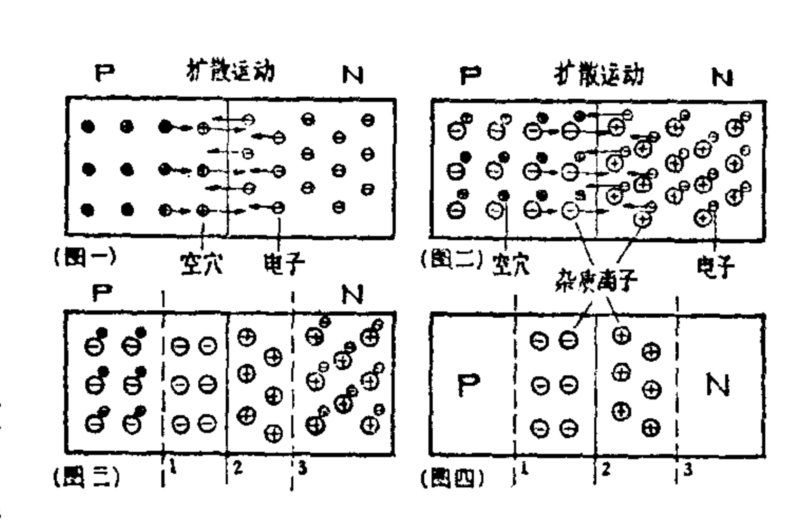
P型半导体

那么什么是*P-N*结呢?

在讲*P-N*结形成之前先打个比方。如果我们在一盆清水的两边分别滴入几滴蓝墨水和红墨水，两种颜色的墨水就会在水中扩大。碰在一起的地方变成浅紫色，这是带颜

色的分子在水中的扩散现象。

假如我们在一块硅单晶的两边分别掺入不同的杂质，使左边是P型半导体，右边是N型半导体。这时，P型一边的空穴就象带颜色的分子那样，向N型那边扩散，N型一边的电子，也向P型区域扩散。不过这是在交叉的薄层里面，带负电的电子与带正电的空穴碰在一起了。这跟化学上酸遇到碱发生中和反应一样；空穴与电子也“中和”而不带电性了，这种现象在电学上叫做“复合作用”（图二），复合后就没有导电作用了。



（图一） （图二） （图三） （图四）

在上面四个图中，图一只画出了电子、空穴的扩散运动。实际上电子和空穴是从杂质原子上跑掉的，杂质原子原来是中性的，当空穴和电子跑掉后就从不带电性的原子变为带电性的离子了。杂质原子如果跑掉了带正电的空穴，就变成带负电的离子，如果跑掉了电子，就变成带正电的离子。

在图三中，1 到 2 的地方原来是P型区域，空穴跑去与电子复合了，留下负电离子。同样 2 到 3 区域原是N型，跑了电子，留下正电离子。虽然这些杂质离子是带电的，但不

能移动，所以不能导电，因此，从1到2，和从2到3的区域里没有电子和空穴的导电，是个电阻很大、导电性很差的地区，而且，1到2的地方带负电，2到3的地方带正电，这就形成一个电场，阻止了空穴和电子的继续扩散运动。这个从1到3的区域，是一个不许电子和空穴穿过的薄层，因此称它为“阻挡层”(图四)，也就是所谓 P-N 结。

你别看 P-N 结的厚度微不足道，它是极薄极薄的一层，大约只有几个微米(一厘米等于一万微米)，即相当于一根头发丝直径的十几分之一左右，但在这极薄极薄的 P-N 结里面却有很高的电场强度，一个厘米距离内就有几十万伏的电压降落。因此它在半导体中起着重要的作用。

为什么二极管能整流？

在 P-N 结里，由于空穴和电子的扩散运动，最后形成了一个稳定的电场，阻止空穴和电子的扩散运动(如图一)。

当半导体两端接上电池电极时，P-N 结会出现两种变化的情况。当正极接在 P 型区时(如图二)，外加的电场把 P 区空穴与 N 区的电子“赶到” P-N 结的1到2和2到3薄层，一部分空穴与电子分别与两处的部分杂质离子结合而变为不带电的原子，使得1到2与2到3的薄层变得更薄了。P-N 结是个“阻挡层”，变薄后对电子、空穴运动的阻挡作用

就大大减小了，也就是说电阻变得很小了。所以电池的电压不需要很大，其中就会有很大的电流通过。这种把电池正极与 P-N 结的 P 端连接的叫做“正向连接”。

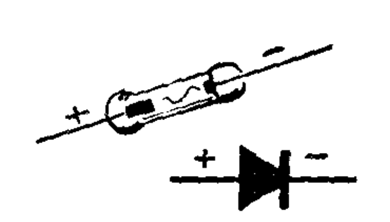
如果象图三那样，把负极与P-N结的P端连接时这叫做“反向连接”。

外加的电场就分别把空穴和电子拉向两边电极。于是与 P-N 结邻近的杂质原子，由于空穴与电子跑向电极而变为带电的离子，便加大了 P-N 结的厚度。P-N结这个“阻挡层”的变厚，就是使电子与空穴运动的阻力变大，也就是电阻增大。因此当反向连接时，即使加上很大的电压（叫反向电压），也只有很小的电流通过。

例如：在“正向连接”时，只要加上几伏特电压，P-N结上就可通过几十毫安（1安培＝1,000毫安）以至几百安培的电流（由 P-N 结的面积决定允许通过电流的大小）。可是，在“反向连接”加几伏特电压时，P-N 结上也只能通过几十微安（1 安培＝1,000,000 微安；1 毫安＝1,000 微安）电流，有些硅整流器上的P-N 结，即使加上 1 千伏特，反向电流仍然只有几十微安。

因此，P-N 结就象个阀门，正向连接时，电流是通行无阻；反向连接时，电流几乎是不能通过的。

现在我们用的交流电，它的正负电极在一秒钟里面要变化五十次。如果把交流电压接到 P-N 结上，在 P 端处在正极时，就是"正向连接"，就有电流通过。过了一百分之一秒后，P 端就处在负极了，就是"反向连接"，P-N 结上就几乎没有电流通过。再过百分之一秒后，P 端又处在正极，又是"正向连接"，又有电流通过。就这样，一个 P-N 结就把交流电变为一半时间有电流从 P 流向 N 方向的直流电，而另一半时间是几乎没有电流通过，这种把交流电变为直流电的情况，就叫半波整流。

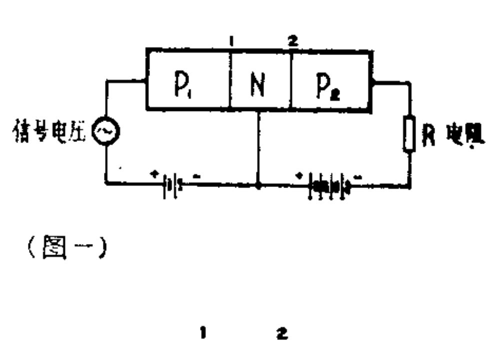


P-N 结的作用之一，就是整流（把交流电变为直流电）。利用半导体 P-N 结做成的整流器件，比电子管或其他整流器件好，它的体积小，功率大。例如一个 200 安培、耐电压 1 千伏特的硅整流器，它的体积只有一个书包那么大小。

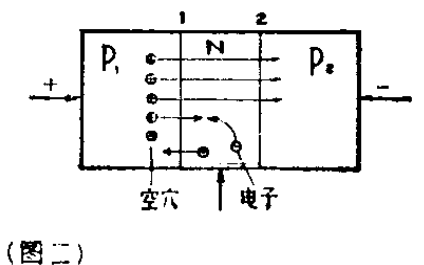
为什么三极管能放大？

我们知道一个二极管有一个 P-N 结，可以起到整流作用。如果在一块半导体材料上再做一个 P-N 结，使它变成 P-N-P 结构，那么它在电学上又会有什么变化呢？

如图一，第一个 P-N 结是"正向连接"。加上一个不高的正向电压，就会产生很大的电流。第二个 P-N 结是"反向连接"，它本身几乎不会产生电流。但是，如果第一个 P-N 结的正向电流主要由空穴形成（只要 N 区的电子比 P_1 区的空穴少很多就能达到），而且 N 区做得很薄，空穴在 N 区与电子复合的机会就很小。于是，在 N 区就有大量的空穴向 P_2 方向扩散。由于 P_2 区加上了很高的反向电压，因而 N 区的空穴在向 P_2 扩散时，就会受到第二个 P-N 结上外加电场的作用，而迅疾地"扫"到 P_2 区域，从而形成了电流，这电流通过外电路的一个大电阻 R，R 上就会产生电压降。

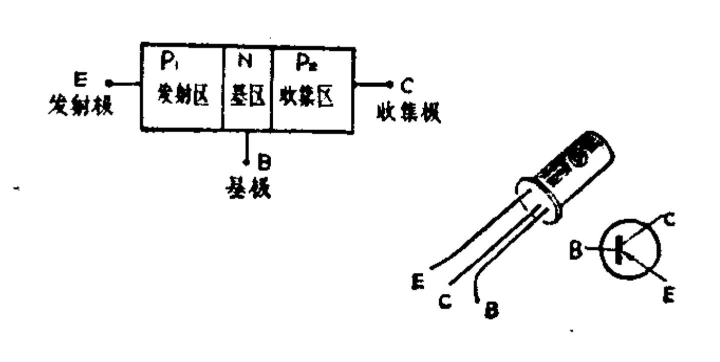


（图一）



（图二）

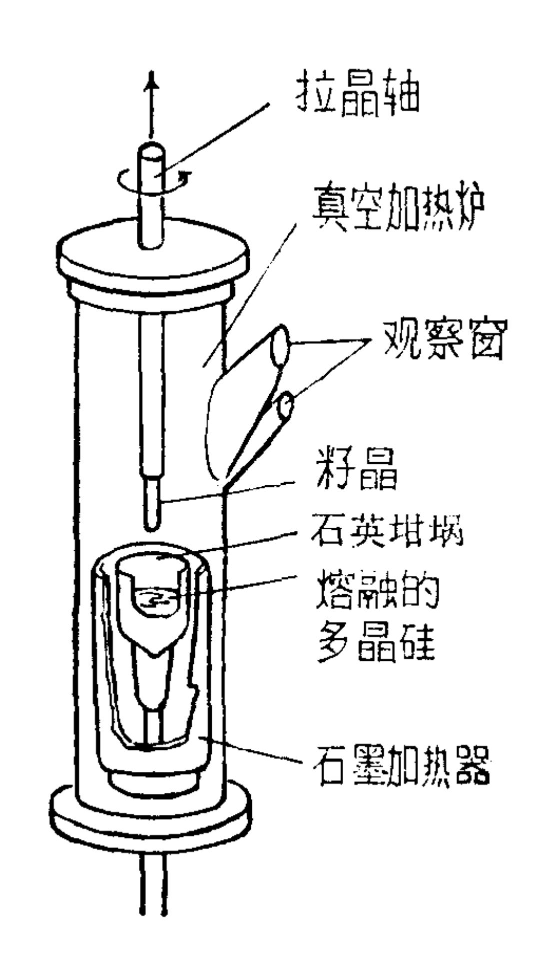
如果在 P_1-N 之间加入一个小小的信号电压，因为是"正向连接"，这时在 P_1-N 之间就会出现一个很明显的电流变化。假如 N 区电阻很大，而且很薄，这个变动的电流几乎全部流到 P_2 区去，并流出外电路，经过大电阻 R，在 R 两端就会出现一个很大的电压变动。就这样，原来



的一个小小的信号电压，在R上就变成一个大的电压降，把原来的电压信号放大了。这就是P-N-P结构的放大作用。

习惯上，把P_1叫“发射区”，它是发出空穴电流的，与它连接的电极叫“发射极”，用E表示。N区叫“基区”，是空穴电流通过它流到P_2区的，在它上面也把小量的空穴电流复合掉。与N区连接的电极叫“基极”，用B表示。P_2区叫“收集区”，收集空穴电流，与它连接的叫“收集极”用C表示。

什么叫单晶炉？



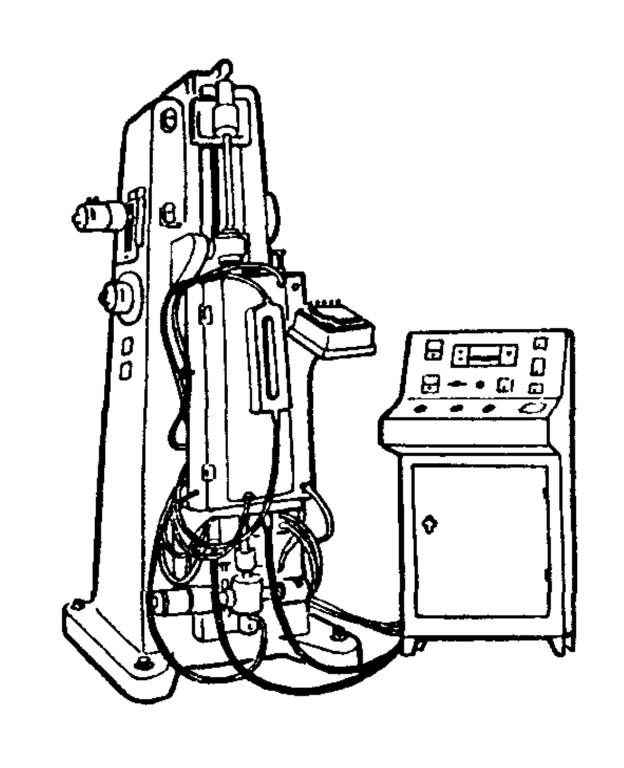
单晶炉就是单晶拉制炉的简称。这种炉子是专门用来熔化金属并把它拉制成为单晶（即单一方面上的结晶）。如果拉制的金属是锗或硅，那么拉制成的单晶就叫锗单晶或硅单晶，以此类推。锗单晶和硅单晶是目前半导体材料中应用最广的两种材料。

一提起炉子，人们就会联想到烟雾和灰尘。可是单晶炉却正好相反，它是一种清洁度

要求极高，控制很严格的炉子，进入单晶炉房间是不允许带进一点尘土的。炉子和炉子间的清洁度保持得越高，拉制成的产品质量也越高。再说炉子的结晶温度的控制，是现代控制技术中有代表性的课题。

在拉制金属单晶时，首先把原材料(人们叫它多晶，在多晶炉中提炼)，装入单晶炉的坩埚中，同时在旋转轴上安装母体单晶——籽晶，然后关闭炉门，将单晶炉内抽成高度真空，再用电阻或高频感应对坩埚加热到一定温度。等到原材料熔化后，即插入籽晶，于是熔融的多晶开始生长在籽晶田上，籽晶不断旋转和提拉的结果，使多晶料全部生长在籽晶上，成为单晶。

用这种单晶炉生产拉制的金属单晶，杂质极少，纯度极高，以硅单晶为例，纯度可达 99.9999999%～99.99999999% 这样高的纯度。这种材料是国防、军工上的基础材料，是宇宙飞船、人造卫星、火箭、导弹等传动方面必不可少的基本材料。因此，单晶炉是目前工业特别是半导体工业上的一项具有特



殊用途的设备。

毛主席教导我们："**我们的方针要放在什么基点上？放在自己力量的基点上，叫做自力更生。**"我国自行设计制造的单晶炉的诞生，就是遵照毛主席的这个方针，在以工人阶级为主体，由革命干部和革命知识分子参加的三结合的正确路线指引下，经过大协作的方式，在短短的十几天内所创造的人间奇迹。

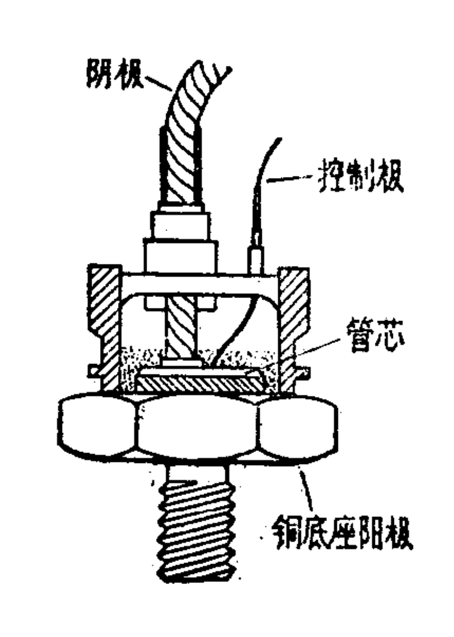
什么叫可控硅？

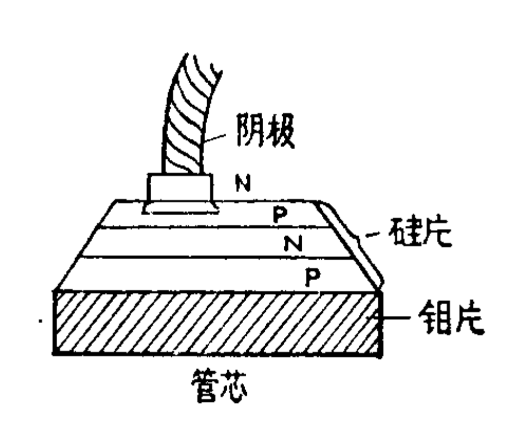
"春风杨柳万千条，六亿神州尽舜尧。"

在伟大领袖毛主席"**中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平**"的伟大号召下，近年来"可控硅"的应用得到了很大的发展。

"可控硅"是什么东西？过去"可控硅"这个名字被洋人和一些资产阶级学术"权威"吹得神乎其神，曾经有这么一个资产阶级"权威"，在我们刚开始搞"可控硅"时，胡说什么："过去我在德国留学时，也没见过，你们要搞，再等二三十年"，"这个东西（指'可控硅'）就算你能搞成，也管不好，用不好。"可是这派烂言没讲几天，"可控硅"就被用毛泽东思想武装起来的中国工人阶级造出来了，不仅大厂、设备好的厂搞出了"可控硅"，许多小厂、街道工厂、设备简陋的厂同样

搞出了“可控硅”，而且搞出了高水平的大功率“可控硅”和其它新品种。雄辩的事实，给洋人和资产阶级学术“权威”一记响亮的耳光。实际上，“可控硅”并不神秘，它的全名叫“硅可控整流器”（或称“硅可控管”，又简称“可控硅”），它是一种四层（$PNPN$）三端的新型硅半导体元件。从外形来看，“可控硅”象一只硅整流器（即硅二极管）。但是“可控硅”有三个电极，它的一端是螺栓，称为阳极，另一端有两个电极，其中粗的一根引线为阴极，较细的一根引线称为控制极。从内部结构来看，关键是它的管芯，管芯的结构实际上是由P型和N型半导体交替迭合而成的四层元件，其外层P型半导体引出的是阳极，从外层N型半导体引出的是阴极，而控制极是从中间层P型半导体引出。





管芯

“可控硅”的作用是什么呢？“可控硅”看上去虽不引人注目，但在用毛泽东思想武装起来的中国工人阶级手里，“可控硅”起到了惊人的作用，它可以应用到国防、军工和各工业、交通运输部门，实现用电子进行强电（大功率）系统的

开关控制、电压调节控制和直流电动机调速等作用。例如在电力机车上，我们大家知道目前日益发展的电力机车正逐渐取代蒸汽机车，而电力机车就是使用“可控硅”来进行调速和回收惯性能量。小小的“可控硅”就起到了这么大的作用。那末“可控硅”怎么能起到这么大的作用呢？实际上它就是利用半导体 P-N 结的原理，利用“可控硅”可以用很小的控制极电流（几十至几百毫安），去控制很大的阳极电流（可以高至几百到几千安培）的特点，同时由于它还具有使用可靠，开通和关断时间短，本身损耗小等优点。所以它被广泛应用到强电工业中去，为实现电子化、自动化提供物质基础，成为实现我国工业革命的重要一环。

为什么三个 P-N 结能做成硅可控管？

人们发现了半导体，并利用半导体的特性做成了二极管，接着又以两个 P-N 结形成了 P-N-P 结构，做成了用以放大功率的三极管。

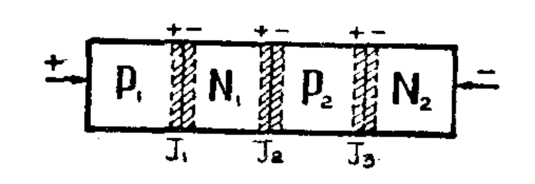
我们伟大领袖毛主席指出：“**在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。**”半导体的应用技术，也是在不断发展的。

两个 P-N 结可以合成一个三极管。那么用三个 P-N

结——即二个三极管合在一起(同做在一块半导体材料上)，是不是能做出新的器件来呢？这个问题，在本世纪六十年代初期，人们做出了硅可控管（又简称“可控硅”）就给解决了。

硅可控管是在同一片硅片上，做出四层（P_1、N_1、P_2、N_2）三个结(J_1结、J_2结和J_3结，即P_1-N_1结，N_1-P_2结和P_2-N_2结)的结构。（如下图）

如果在P_1接电源正极，N_2接电源负极（这叫“正向连接”)，对三个P-N结来讲，J_1结与J_3结都是处在“正向连接”，都能让大电流通过。只有J_2结是“反向连接”，电阻很大，几乎不允许电流通过。因此，这时的P_1-N_1-P_2-N_2相当于一个“反向连接”的二极管。



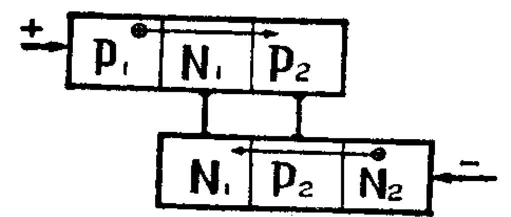
如果在 P_1 接上电源负极，N_2接上正极(这叫“反向连接”)，那么J_2结处在“正向连接”，电阻就很少，而J_1与J_3结却处在“反向连接”，根本就不允许有较大的电流通过，因此，P_1-N_1-P_2-N_2仍是相当于一个“反向连接”的二极管。

如果把P_1-N_1-P_2-N_2的“反向连接”的两端电压不断地升高，结果是电流增大不多，最后就把J_1和J_3结破坏掉。可是，如果把“正向连接”的P_1-N_1-P_2-N_2两端电压不断地升高，开始时，电流也是增大不多的，说明J_2结电阻确是很

大。当电压升到一定数值时，通过的电流突然大大增大，而在 P_1、N_2 两端的电压降，就变得几乎等于零。这就是说，J_2 结这个“阻挡层”的电阻突然变得很小很小了。

为什么会这样呢？让我们来看看，在“正向连接”的电压逐渐升高时，J_2 结会出现什么样的变化：

正向连接的 P_1-N_1-P_2-N_2，就象是由 P_1-N_1-P_2 与 N_2-P_2-N_1 两个三极管串联而成(如下图)。对 P_1-N_1-P_2 来说，空穴由 P_1发射，经过 N_1（基区)后，被外电场和 J_2 结电场“扫入”收集区 P_2。可是，P_2 区里面有着大量的空穴，因此被“扫入” P_2 区的空穴虽然能向 J_3 结扩散，但运动很慢(因被 P_2 区原有的空穴阻碍着)，大多数是积累在 J_2 结与 P_2 的边界处。外加电压越高，空穴电流越大，在 J_2-P_2 边界上积累的空穴也就越多。



同样，对 N_2-P_2-N_1 这个三极管，由 N_2 发射出电子流经 P_2（基区)后，被外电场与 J_2 结电场“扫入”收集区 N_1，也一样在 J_2-N_1 边界上积累下来。

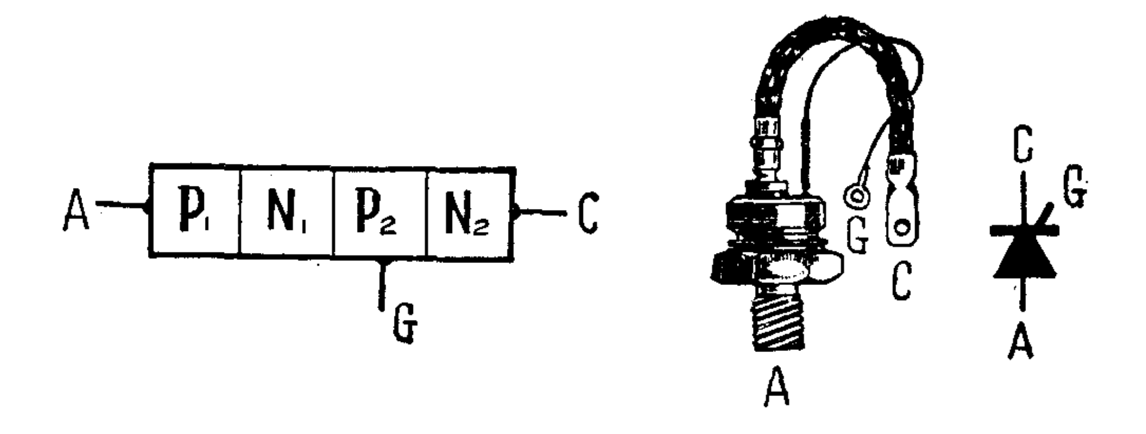
在 J_2 结两边积累的电子和空穴，一部分与 J_2 结内的带电杂质离子复合，而使离子变为中性原子，使 J_2 结这一“阻

挡层”变薄，电阻减少。随着外加电场增大，而电流增大，也就是使J_2结不断变薄（电阻减少）的缘故。另外没有复合的电子和空穴，积在J_2结的两边，形成一个和J_2结电场相“对抗”的电场，减弱J_2结电场的阻挡作用。当外加电压升到一定数值时，积累在J_2结边上的电子和空穴数量很大，它们形成的电场，已经增大到和J_2结电场“势均力敌”的时候，J_2结就不能再阻挡电子和空穴的自由扩散了。这个时候，J_2结就不再是“阻挡层”。如果积累的电子和空穴再增加一点，J_2结就变为“正向连接”，与J_1和J_3结一样，电阻很小很小了。在P_1-N_1-P_2-N_2两端就几乎没有什么电压降落，而可以流过很大的电流，这就跟“正向连接”的二极管一模一样了。

如果把J_2结的阻碍电子、空穴扩散运动的电场改变为“正向连接”一样的电场，可以不使用升高外加电压的方法来做到。当我们在P_2区引入大量的空穴积累在J_2边界上，就可以建立一个电场和J_2结的原来电场“抵消”甚至改变方向。事实上，在P_2区引出一个电极，加上一个正电压，就能在P_2与J_2边界上引入大量空穴。用这种方法做成的硅器件，就叫做硅可控整流管，又称为硅可控管，简称“可控硅”。

硅可控管中，接P_1的叫阳极，用A表示；接N_2的叫阴极，用C表示；接P_2的叫控制极，用G表示（如下图）。

硅可控管的用途很广。如果用一个“可控硅”，在G引



入一定大小的直流电时，它就能起到一个二极整流管的作用(半波整流)。假若在G极引入的电流不是恒定的，而是有选择地引入（在一定的时间内)，它就不单能整流，而且还能起到变压器的作用。

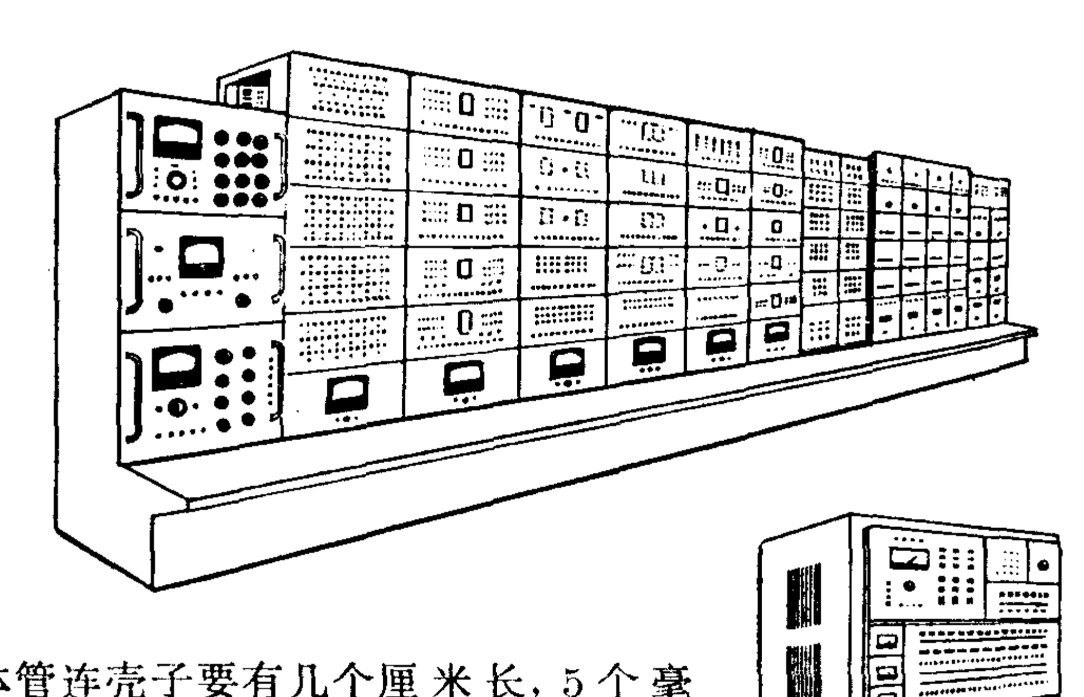
什么叫微电子学?

从电子管收音机到半导体收音机，发生了一个变化，就是说，体积小了，重量轻了，用电省了，寿命也长了。这些优点，人们是看得很清楚的，不过这些优点的意义，在国防上更加重大。一架电子计算机，如果是用电子管的，得装一幢大楼，用半导体三极管就可以大大缩小，可以装在一个橱里。可是，对于人造卫星、火箭、导弹等来说，究竟还是太大了呀!

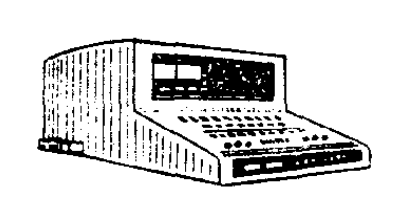
因此，人们就提出了一个问题：电子设备能不能再小呢？用什么办法可使它小了再小呢?

这样就专门发展了一种学问，就是研究电子设备怎样

小型化，怎样微小型化。为了设备的小型化，必须研究电子元件的小型化，这就是微电子学。微电子学的发展范围已经相当广泛，发展了好几个分支，例如厚膜电路、薄膜电路、固体电路等等，它们的具体方法各不相同，但目的是共同的，这就是尽量使单个的晶体管做小。我们常见的普通晶



体管连壳子要有几个厘米长，5个毫米的直径，而微小型化的晶体管可以在一粒芝麻大小的片子上做几十个到几百个晶体管；普通的微小型的电阻也要象铅笔芯一样粗，好几毫米长，但在微电子学中研究的电阻，有的比头发丝还要细。微电子学还要研究这些



这么小的元件怎样互相联线，使它们联得非常可靠，联接又最省事。这里的学问还不少呢！现在，微电子学发展到了

什么程度呢？举几个例子来说：一架用微小型晶体管做的收音机，可以做得象普通的钮扣一样大；一台雷达，以前需要用两辆大卡车才能搬动，改用微小型元件来做，一个人用手提就可以了；一台无线电通讯设备，以前至少有四十公斤以上，采用微小型元件后，就可装得象耳机一样轻巧了。

帝国主义、社会帝国主义为了发动侵略战争，拚命在搞微电子学，妄想用现代化的武器来恫吓和讹诈各国革命人民。毛主席教导我们：“**帝国主义者如此欺负我们，这是需要认真对付的。**”为了加强国防，巩固无产阶级专政，更有力地打击帝、修、反，我们也必须研究和发展微电子学。

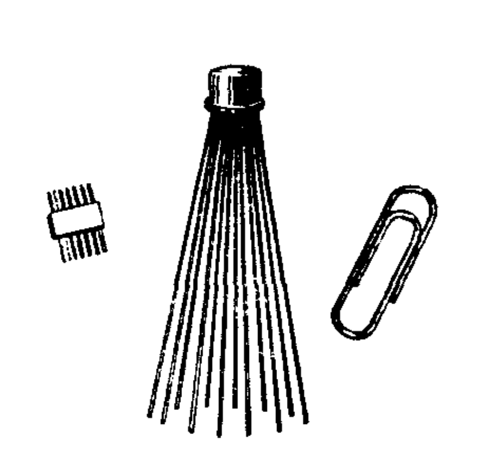
什么叫固体电路？

大家都知道无线电元件有三极管、二极管、电阻和电容等，它们均是独立的元件。固体电路就是在同一片硅材料上同时制得三极管、二极管、电阻和电容等，并按照一定形式连接起来的一个单元线路。

这个单元线路体积很小，与一粒芝麻差不多，封装好后的成品象西瓜子那么大，重量很轻，还不到一克。如果不算它的管脚的话，封装好的成品只有回形针的五分之一到六分之一。

固体电路又叫集成电路，它的类别很多，从外形上分，

有扁的和圆的两种（见图）；从外壳材料上分：有金属、塑料和陶瓷三种；从线路形式分，有逻辑电路与线性电路两种。还有其它分类的方法。



为什么会出现固体电路呢？它是无线电电子学发展的结果。宇宙航行、火箭技术、导弹、电子计算机等类技术的迅速发展，迫切需要解决电子设备结构日益复杂所引起的体积与重量的矛盾，同时设备的可靠性问题也突出了。人们为了解决矛盾，于是就搞出了固体电路。固体电路的出现，使电子电路与设备向更小的领域跨了一大步，而且由于元件间连接线大大减少，所以线路的可靠性也大大提高。固体电路可以将原来庞然大物的设备，缩小成一个小纸盒那么大，电子计算机，尤其是火箭、导弹中作制导用的各种计算机，可以选用更复杂更高级的线路，装在弹体内只占很小的容积与重量。在宇宙航行上的电子仪器，固体电路的使用更具有决定性意义。固体电路还可用来制造自动控制设备、完全塞于耳朵内的助听器，以及自来水笔式的收音机、扩音机等。因此说，固体电路的应用是非常广泛的。

固体电路的制造，主要是利用半导体材料的体积特性与各种 P-N 结特性，工艺上要求严格，工艺流程较长，包括

氧化、光刻、扩散、蒸发、初测、划片、热压、封装、总测等工序，而且氧化、光刻、扩散往往需要经过几次的反复。

我国固体电路的生产，在党的建设社会主义总路线的光辉照耀下，近几年来发展很快，不仅专业元件工厂在搞，而且不少弄堂小厂、县办工厂、社办工厂以及其它非无线电厂都在生产固体电路，广大工人群众由于坚持贯彻执行毛主席“**独立自主、自力更生**”的革命路线，土法上马，群策群力，彻底打破了固体电路“神秘论”，使固体电路的生产遍及全国各地，全面开花。

什么叫分子电路？

最近几年，你也许不只一次听到过“分子电路”或“分子功能块”这个名字吧？那么，分子电路究竟是怎么一回事呢？

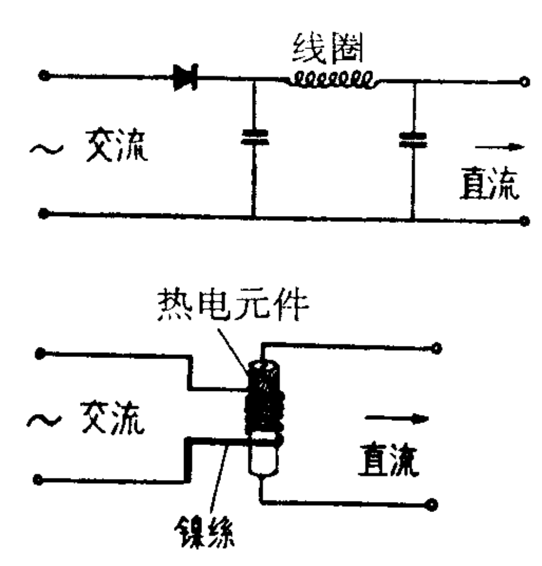
我们知道，在目前电子技术的所有领域内，尽管各有各的特点，但从本质上讲却又存在着一个共同点，那就是：任何电子电路都是利用电子运动来实现某种电学功能的。

你也许马上会想：分子电路就是利用分子运动来实现某种电学功能的。其实不对。

拿现代电子技术的核心——晶体管和固体电路来讲，仅仅利用了半导体中载流子（电子与空穴）的浓度和运动规

律受外加电场所控制这一性质，即仅仅利用了半导体的电学性质。其实，半导体还有其它一些性质。比如半导体能够把太阳能转变成电能，这就是所谓太阳电池或叫光电池；半导体还能把热能转变成电能，例如大家早已知道的可以利用煤油灯来发电。这就是说半导体还有光学性质、热学性质。此外，半导体还有磁学等性质。

所谓分子电路或分子电子学，就是不单单利用电子现象，而且还利用物质的光学、热学、磁学等等性质，来构成微小型电子电路。例如上图，为目前的整流电路，由二极管、线圈、电容组成。下图则为按分子电子学所设想构成的整流电路。可以看出，下图与上图没有对应的元件。下图利用交流电使热电元件的接合处部分发热，而从热电元件两端获得直流电。因此，下图结构与上图结构是完全等效的，并且，下图的整个结构是做在同一小块例如半导体片子上，而不是几个分离元件的结合。



因此，这种分子电路或分子电子学已超出了目前的固体电路或微电子学范围，它用完全不同的方法，来获得同电子电路功能完全等效的电路技术。

由于这种电路，利用了物质除电学性质以外的其他一些性质，因此有希望将过去一些分离的电路功能包罗在一块电路片上，所以分子电路有时也叫分子功能块或功能块、功能器件等名字。

当然，分子电路或分子电子学正处于研究阶段，远不能与已成熟的固体电路或微电子学相比，但它必将在日益发展的科学技术的推动下，显示出自己的生命力。

制造固体电路，为什么都用硅单晶作基体材料？

在自然界中，具有半导体性能的材料是多种多样的，其中最著名的有锗、硅、砷化镓等。

半导体器件在电子工业领域里初露锋芒时，绝大多数是锗器件，因为它的制造工艺比较简单。后来，发现硅器件可以在较高温度下正常工作，因此引起人们极大的兴趣。固体电路，就是在一小块单晶硅片上，利用掺杂法制成晶体三极管、二极管、电阻和电容等元件，并在其表面布线而构成电路。这种办法叫做固体平面工艺。平面工艺的发明是半导体工业上一种重大的技术革新。此后，硅器件就以一日千里的速度，突飞猛进，在电子工业中焕发出异常的光彩。

为什么制造固体电路，不用锗而是用硅作基体材料呢？人们巧妙地利用了硼、磷、锑等杂质原子，在二氧化硅中的扩散速度要比在硅中来得慢这一特点，创造了一种称为"掩蔽扩散"的工艺。它不仅使结构十分复杂的固体电路能够制造成功，而且使工艺变得十分简便了。

我们先来看看下面一个例子：

一片N型硅单晶，放入1200度高温氧化炉内，通入氧气，于是其表面生长一层致密的，而且十分稳定的二氧化硅膜。二氧化硅膜是良好的绝缘物质，可以用光刻法在这层氧化膜上开窗孔，然后进行硼扩散。于是在窗孔那里，就形成了一个P-N结，而被二氧化硅膜覆盖着的地方，仍然是N型硅单晶。这样，在固体电路生产中就可形成三极管基区以及电阻。

这一事实表明，硼原子在硅单晶中，能够畅通无阻地前进，而在氧化膜覆盖着的地方，犹如披上坚硬的盔甲，硼原子受到阻挠，很难前进。也就是说氧化膜起了掩蔽作用。可以说，掩蔽扩散是近代半导体工艺中的核心，所谓平面工艺就是建立在这一个原理上的。

用同样的道理，可以再生长一层氧化膜，然后在基区位置上开一个小窗孔，进行磷扩散，于是形成三极管发射区。

扩散工序结束后，晶片表面被二氧化硅膜覆盖着，然后在二氧化硅膜上需要引出电极的部位开窗孔，并用真空蒸

发法在绝缘层上蒸发上金属铝以形成布线，就成了电路。尽管铝布线跨过电阻等元件，但因二氧化硅是极为良好的绝缘物质，我们不必担心短路，所以固体电路布线的困难也迎刃而解了。

此外，在硅单晶表面上要生长一层外延层，也是较容易实现的。硅单晶体具有这些显著特点，毫无疑问它是制造固体电路良好的基体材料了。

为什么能将各种元件
做在一块小硅片上？

随着电子工业的飞速发展，现在我们已经有可能在一毫米见方的小小硅片上做出成百上千只半导体元件（二极管、三极管、电阻、电容等），并由表面上一些铝膜引线，把各个元件联成计算机、通讯机等中通用的标准电路和部件。这些元件、引线，用普通肉眼是看不见的，要用一百倍以上的显微镜才能观察到硅片表面电路元件的结构图形。这是从科学实验、生产实践中发展了新技术，创造了新工艺的结果。

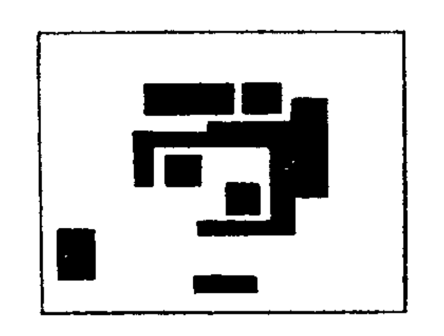
那么，这样微小的固体电路是怎样形成的？所谓固体平面工艺又是怎么一回事？

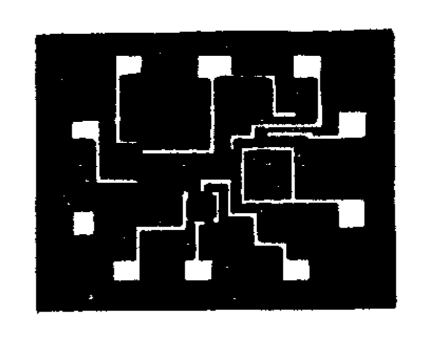
我们在前面已提到，在生产实践中，人们发现在硅片表面长上一层二氧化硅，就大大影响选取的杂质原子向硅扩散的推进速度，二氧化硅相当于一层阻挡墙。如果能在尺寸很小的这层阻挡墙上开出许多精细尺寸的窗口，情况就完全不一样了。在高温下，在没有二氧化硅膜掩蔽的地方，杂质能推进一定深度，形成 P-N 结，达到制成半导体元件的目的。

因此，要实现在一片小小硅片上做那么多精细的元件，一个重要的环节是如何形成 P-N 结，即怎样开窗孔的问题。

这就产生了平面工艺中的制版、光刻等技术。

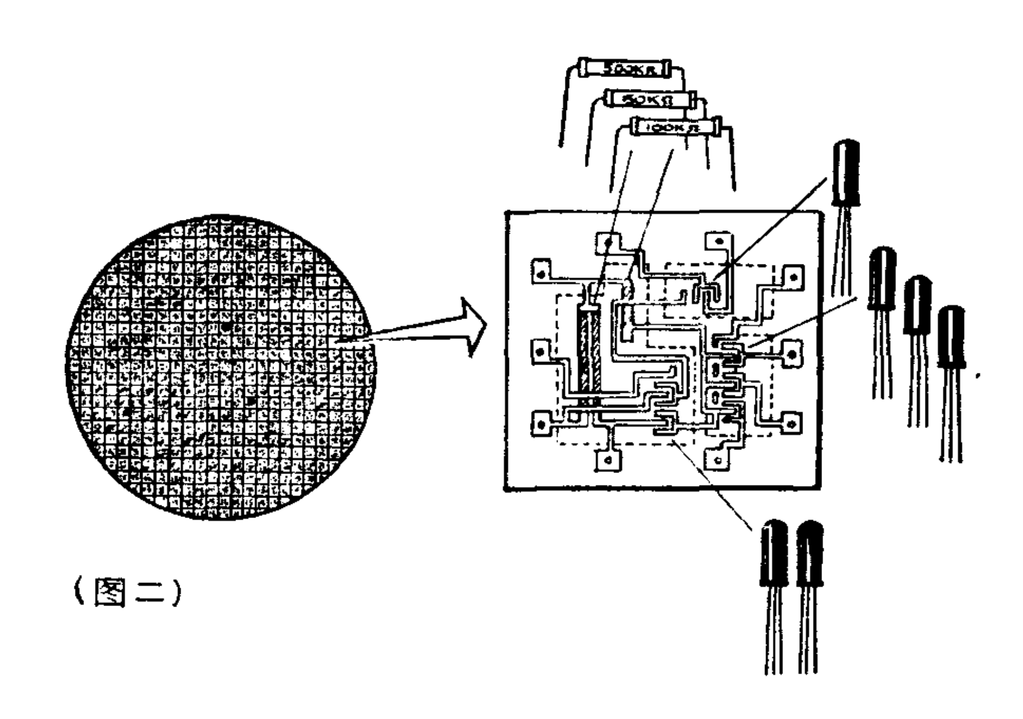
先说制版。我们经常在报纸、书籍上见到的照片和插图，就是利用照相技术制成铜版或锌版后印刷出来的。在一小块硅片上所以能做上许许多多半导体元件，也是用的这个方法。先根据不同的要求，把固体电路中的二极管、三极管、电阻、电容等元件，以及这些元件间的连接、尺寸大小等，设计成图形，画在很大的图纸上。然后象拍照一样，把图形缩小到十分之一或几十分之一，拍在感光玻璃片上





（图一）

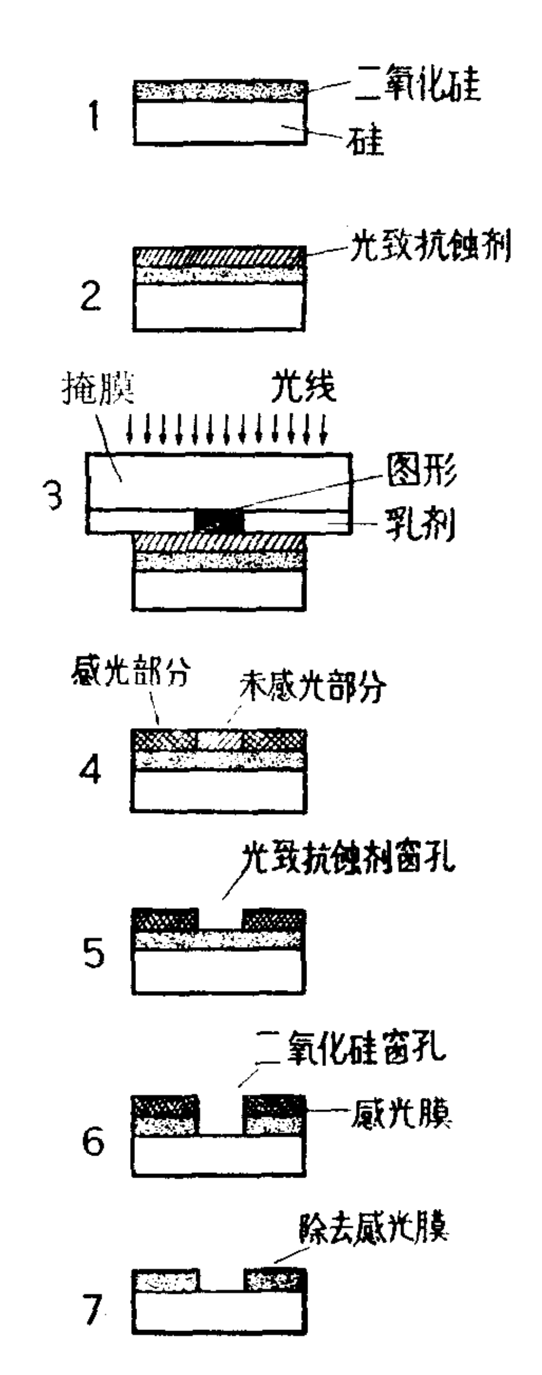
（图一）。用这样的方法，连缩几次，如果原来的设计图形是一米见方，每次通过照相缩小十分之一，连缩三次后，图形就变得只有一毫米见方，用肉眼看，就象芝麻那么大的一个小黑点了。实际上这个小黑点里包含了图纸上所设计的几个、几十个元件在里边。象手表表面那么大小的一块硅片上，可以排上六、七百个小黑点（图二）。拍在玻璃片上的影象，通过显影，可以变成一层薄膜，从玻璃上揭下来，我们称为掩膜。



（图二）

但仅是制版，还不能做成半导体元件。所以就得利用光刻技术，在需要的部位开小窗孔，以形成 *P-N* 结。我们先在硅片上做上一层二氧化硅，然后涂上一层胶（通称光致抗蚀剂），这种胶在紫外线照射下，胶内所含的分子会发生化学作用而抵抗腐蚀，保护下面的氧化层；没有经过紫外线

照射的胶，则不能抵抗腐蚀。根据这个道理，我们如果把制版得到的有明暗区的掩膜覆盖在涂有光致抗蚀剂的硅片上，通过紫外线照射，那么，透光部分下面的氧化层被保留下来，不透光部分下面的氧化层会被去除，就象在氧化层上开了一个窗孔一样。这个窗孔，就是我们须要的 P–N 结。固体电路中的二极管、三极管，就是利用光刻法做出来的。固体电路中的电阻是在扩散时同时做成的，称为扩散电阻。它的电容也是利用 P–N 结或二氧化硅作为介质构成的。



当然，上面所说的只是平面工艺的大概情形，实际生产过程要复杂精细得多，如氧化、扩散、光刻等，常常要反复进行几次，有的要进行四、五次。并且，因为这些元件太细小了，许多工作都得在显微镜下进行，比如连接电极的一些引线，直径只有头发丝的三分之一或四分之一，要对它们进行焊接，焊

接质量又要很高，这就增加了工作的困难。随着人们的实践——认识——实践的过程，七十年代初，半导体生产工艺正在进行巨大的革命，电子束加工、离子束加工正在日趋完善，用电子束加工能代替制版、光刻技术，它所制成的版子尺寸，可以缩小在 1000 埃范围内（1 埃等于 1 亿分之 1 厘米），这样，元件组合的密度又大大提高了。离子束加工，就是用离子种植的方法在硅表面形成极浅的 P-N 结，同样也起到了大大提高元件密度的作用。可以预料，在已到来的电子工业革命中，固体平面工艺将得到更广泛的应用。

为什么说固体电路的成本很低？

有人以为，固体电路既然是尖端产品，成本大概很贵吧。其实不然，固体电路的成本并不贵，甚至可以比硅晶体管更低一些。这是什么道理呢？

固体电路虽然是用价格昂贵的单晶硅制作的，但每块电路用的材料只有几毫克左右，可见材料并不是构成成本的主要部分。构成其主要部分的倒是在加工过程中花费的劳动量。所以固体电路的合格率就对成本起决定的作用。

就现有的生产水平，固体电路的成品合格率并不是人们所想象的那么低，可以达到晶体管的 1/3～1/2 甚至更高

一些。包含五只晶体管和五只电阻的电路，其面积只有2平方毫米，可以封装在一个管壳里。显而易见，固体电路的封装费用与晶体管相比是很小的。所以，虽然单块电路的成本比单只晶体管贵，但与五只晶体管五只电阻的总成本相比反而低了。

可以预见，增加每块电路的元件密度，成本可以降低。但元件密度的增加必然导致合格率的下降。所以也不能无限增加元件密度来达到降低成本的目的。两者必需同时考虑。

最后，由于固体电路的可靠性、稳定性比晶体管更高，用固体电路装成的仪表焊点也比晶体管装的少，维修、保养费用也大大低于用晶体管制成的同类产品。

把一台计算机制造在一小块硅片上可能吗？

我们都知道，计算机能够进行快速、复杂的计算。随着科学技术的进步，计算机也逐步在演变，过去的一台电子管计算机很庞大，需要几百平方米的地方才能放得下，而现在用晶体管和固体电路制成的各种不同类型的电子计算机，体积和重量比电子管计算机要小得多，一台超小型计算机

仅有几公斤重，却能完成加、减、乘、除等各种运算。目前的大型计算机已能够在每秒钟内完成 1000 万次以上的运算，它比人们的计算要快千万倍。计算机主要用在国防、科学研究、工业上，并能对飞机、火箭、导弹、人造卫星、宇宙飞船等进行计算和控制。工业系统中的自动控制，商业部门中的数据处理，气象预报等等方面，也都要用到计算机。

随着半导体技术的发展，六十年代初期出现了固体电路（也称集成电路）。1966 年以来又出现了大规模集成电路，所谓大规模集成电路，一般是指在一块硅片上能够同时制作 100 个以上的电路。集成电路是利用半导体工艺，将晶体管、二极管、电阻、电容等制作在一片或几片尺寸很小的半导体片子上，形成一个或几个，甚至上千个完整的电路。这些单个电路要比一粒芝麻还要小，例如象一分钱硬币那样大小的面积就能制作七千多个元件（包括晶体管、二极管和电阻等），相当于六百个左右的单元电路。这样，就大大地缩小了电路的体积，减轻了重量，提高了电路性能和可靠性，为电子计算机微小型化开辟了道路。

一台计算机主要由几千块单元电路组成，而大规模集成电路，能够把 100 个甚至 1000 个以上的单元电路，做在一块很小的硅片上。随着半导体光刻工艺、电子束加工等技术的进步，加上制造成品率的提高，可以预计，在不久的将来，我们能够在不到 10 平方厘米（大概象我们的手掌那

样大小)的硅片上制作出 10 万个单元电路。那么除了一些机械设备外，在一小块硅片上制作一台计算机是完全可能的。

为什么可控硅元件在工业上有广泛的用途?

可控硅元件在各个工业领域中的大量应用，证明了它是一种很有前途的电子元件，它对各种工业的发展有极其深远的影响。

现代化的机器、机床大都是需要调速和自动控制的，在冶金工业中，一根根火龙似的钢锭从轧钢机中飞进飞出，这些轧钢机都是需要调速的。其它如造纸机、塑料机、印刷机、纺织机……，总之很多很多的机器、机床，它们的转速都需要根据生产要求在很大的范围内连续调节。过去都是用发电机——电动机组、交流整流子电动机等来调节机器的转速，这些调速设备体积大，重量重，效率低，要用大量的铜钢。自从可控硅出现以后，情况有了根本的变化。

就拿发电机——电动机组这种过去比较先进的调速设备来说，一共要四台电机。如果采用可控硅调速，可以减少三台电机。可控硅调速设备比发电机——电动机组调速设

备要优越得多，体积小、重量轻、用料省、价格便宜，而用电效率高。

由于可控硅元件的出现，可以制造出性能良好的崭新的调速设备，使旧有的调速设备相形见绌，可以预见，迟早有一天，这些旧有的调速设备将被崭新的可控硅调速设备所代替；现在，有些电机制造厂已经开始着手进行这方面的工作了。

将来呢？可控硅在电机工业改革中所扮演的角色就更加重要了。大家都知道，调速性能最好的是直流电动机，所以它们几乎占领了全部调速阵地。但是，另一方面，因为这种电机存在换向器（整流子）和炭刷，它们是滑动摩擦接触，所以结构复杂；由于有火花存在，经常使炭刷和整流子的接触表面烧损，它们的维修就比普通的三相交流鼠笼式电动机要复杂得多。如何解决这个矛盾呢？很多人过去在这方面做了大量的探讨，但是成效甚少，主要是没有高效率、小体积，可靠性高的大功率可控整流元件。自从可控硅出现以后，就可以将它作为换向开关，直流电动机的定子绕组只需通以直流电，可以不用换向器和炭刷，借助可控硅这个自动换向开关，按照转子转轴位置使定子绕组的电流顺次转换，就达到了换向的作用。这种电动机叫做“无整流子电动机”，目前，国内外已开始进入试制工作了。

可控硅对电机制造工业是如此，对其它工业呢？同样

起着很重要的作用。

就以机床工业来说，譬如普通的车床吧，它上面有许多操作手柄，工人同志切削机器零件时，经常扳动这些手柄。这些手柄起什么作用呢？打开车床的肚子一看，原来里面装着许许多多的齿轮，这些手柄就起着连接这些齿轮的作用。当连接不同的齿轮组合时，就变更了机器的转速。所以这些手柄和肚子里这么多齿轮都是为了调速用的。

可是车床肚子里这么多齿轮，不但使车床结构复杂，体积庞大，工作时喀啦喀啦噪声很大；更主要的是这些齿轮的加工制造相当复杂，因此大大拉长了车床的制造周期。如果用可控硅装置代替车床的齿轮变速装置，就有可能对车床的肚子动一个大手术，把这么多的齿轮变速机构都拿掉（只剩下极少数的齿轮）。这种新型的车床已经被工人同志们制造出来了，现在它们工作得很好。

城市里的电车所用的电源，都是由电车厂专用的直流发电机供给的，从电车厂出来要专门敷设很长的直流输电线，这些设备价格昂贵，结构复杂。如果在电车上装上可控硅，电车就可以直接应用交流电，而交流电源到处都有，这就可以取消这套复杂的直流发电输电设备。

电影、舞台上的调光，工厂、实验室里调节电压，现在都大量采用调压变压器，这些调压变压器都是用铜线和矽钢片制造的。如果采用可控硅式调压器，那么在相同容量情

况下（譬如以一万伏安计算），它的体积只有调压变压器的1/4，而它的重量可以降低十几倍，并且可控硅式调压器基本上不用铜和矽钢片，可以为国家节约大量的有色、黑色金属。如果全国的调压变压器都用可控硅代替，就促使调压变压器制造工业来一个彻底革命，创造出一种小巧轻便，基本上不用铜钢的电子式调压器。

接通和断开电路用的电器，叫做电磁开关。大功率的电磁开关叫做接触器。你们到工厂里去，可以看到许多大大小小的电动机和别的用电设备，它们都靠接触器来进行控制。可是接触器是一种有触点的开关，它们开关电路时要产生很大的火花，并且有很大的响声；时间一长，由于火花烧损，还要经常更换触点，所以有缺点。可控硅能不能做开关呢？能！用可控硅做成的开关是没有触点的，所以又叫无触点开关，这种开关既没有火花，也没有响声，所以不需要维修和更换触点。这样的开关工作很可靠，寿命很长，预见将来可控硅开关定将取代现有的各种接触器，使电器工业来个彻底的改革。

那么有人要问：可控硅简直是万能，什么都可以代替了。我们说，这种观点是不对的。世界上没有什么绝对的东西。可控硅所以有这么大的用处，主要是因为它是一种新生的体积小、重量轻、大功率的可控固态元件，和老设备相比之下显示出它的许多独特之处；以前的电子元件，大都

用在电讯和弱电方面，它们几乎和强电（工业上的大功率用电设备）不发生关系。可是从可控硅出现以后，这种界限显然被打破了——电子元件直接和强电发生了关系，电动机、发电机和其它各种工业用电设备，首次开始和电子元件直接打交道了。可不要小看，这是一个惊人的变化。毛主席教导说："**外因是变化的条件，内因是变化的根据**"，各种工业用电设备本身的不断革新是绝对的，但是要看有没有外界条件。过去因为缺乏适当的元件，所以暂时得不到发展，可控硅诞生以后，就对工业用电设备的革命提供了强有力的条件；这些设备有了电子武装，就在相当广阔的范围内促使它们本身产生深刻的革命，因而把科学技术大大向前推进一步。但这绝不意味可控硅可以取代一切电机和电器了；它可以取代某些电机调速设备和电器，但是更主要的，是它促使电机、电器甚至机器的内部结构产生根本性的变革。

由于可控硅是60年代才出现的新兴元件，它的许多长处人们至今还没有全部发现。伟大领袖毛主席教导我们："**在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。**"经历了无产阶级文化大革命的中国人民，遵照毛主席的教导，努力探索可控硅元件的客观规律，一定能使可控硅技术不断发展和完善，更好地为伟大的社会主义革命和社会主义建设服务。

可控硅调光器为什么能创造银幕、舞台的特殊效果?

可控硅是随着无产阶级文化大革命胜利进军而飞速发展起来的一种新型电子元件。它已广泛用于造船、冶金、机械、化工、纺织、造纸等工业部门中。而用可控硅作为主要元件组成的调光器,则是在两条路线激烈斗争中发展起来,直接为无产阶级文艺,为无产阶级政治服务的一项新技术。

所谓调光器,是指在电影或舞台上需要特殊效果(譬如表现天色渐渐亮起来,或者渐渐暗下去)而使用,来控制灯光变化的一种设备。这种调光器在无产阶级文化大革命前,由于刘少奇及其在文艺界的代理人"四条汉子",推行了一条"洋奴哲学"和"爬行主义"的修正主义路线,长期以来,使电影、戏剧系统的技术设备发展状况非常落后,只处于三十年代、四十年代的水平,这些陈旧的设备,大多是从英、美、苏修那里拣来的破烂货;即使有些国产设备,也全是照搬照套、仿制仿造。就拿调光器来说,有的电影厂曾用大水缸,里面盛满了盐水作为变阻器来控制灯光变化,用这种水缸作为调光器,当然既原始又落后,而且粗大笨重,搬运极不方便,技术性能又极低劣。后来,虽用调压变压器来替代,

但体积还是庞大，重量重。通常带一只灯就要一台象小油桶那么大、上百公斤重的调压变压器。更麻烦的是，有时要拍一个镜头，需要十几只灯或几十只灯同时调光，因此就需要十几个人同时操作十几台调压变压器，并由一个人统一指挥。这样不但牵制大量的人力，同时各人操作不一，很难协调，这就大大影响了影片的质量。工人师傅们虽有所改进，但在修正主义路线的扼杀下，总难翻身。

文化大革命的春雷，驱散了乌云。我们敬爱的江青同志特别关心这方面的工作，指出要创造电影拍摄、舞台灯光的新设备，而且要小巧、轻便、实用，以便用七十年代最高水平的技术，来拍摄七十年代最高水平的样板戏。在江青同志的关怀下，从此文艺系统的技术设备开了新生面，新型灯具的控制器——可控硅调光器诞生了。

可控硅调光器在国际上也是一项新技术，比较早使用半导体的日本，最近两三年才用可控硅调光器，并且，值得提一下的，是他们至今还没有大功率的可控硅调光器，一般总的调光功率都在一万瓦以下。而我们现在用的可控硅调光器，一个回路的功率就有二万瓦、四万瓦，总的调光功率可以达到六十万瓦，这是我国工人阶级遵循毛主席教导：**“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。”**发挥了冲天的革命干劲和发扬了集体智慧的结果。

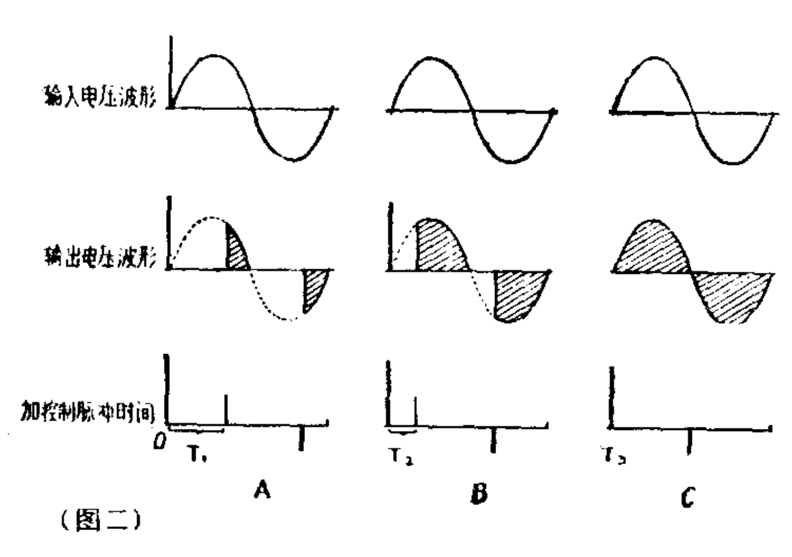
使用可控硅调光器，不仅体积小、重量轻，而且技术性能也好。更主要的是可以多台同时操作，操作也很轻便省力，只要一个人坐着工作就行了。

那么，可控硅调光器是怎样工作的呢？

同志们已知道，可控硅元件有它的特性，这就是它可以控制，它是由一个控制脉冲来控制的，这个控制脉冲在不同时间加给它，则可控硅的开启程度就不一样，也就是说可控硅的开放是随控制脉冲的变化而变化。这就好象我们去开水龙头，龙头的开启程度是随着我们手的动作而变化一样。我们就是利用可控硅这一特性来调压的。那么它又是怎样调压的呢？

（图一）

我们现在使用的照明电，都是五十赫的交流电，它的电压波形是二个完整的正弦波（如图一）。这样两个波形的有效值电压就是 220 伏。这种交流电通过可控硅后出来，随着可控硅开启程度不同就会变化，它的变化情况如图二。

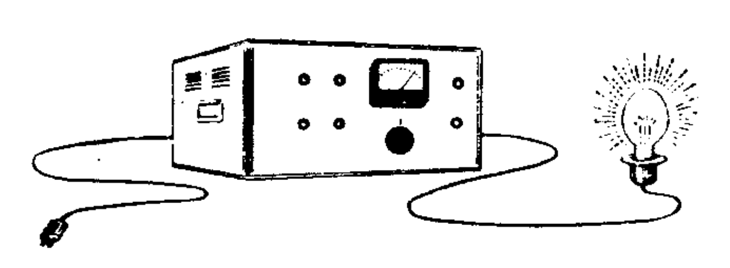


（图二）

从图上可以看出，当控制脉冲在 T_1 时间加入，则可控硅只

导通了一小部分（图中阴影部分），这时它的输出电压是低的。如果把加入脉冲时间变了一下，成 T_2，则可控硅就开放了一大部分，这时输出电压高多了。又如 T_3，那可控硅的输出电压就等于输入电压了。可控硅就是这样切割波形来进行调压的。只要我们通过一整套电子线路来任意地变化控制脉冲，也就可任意控制电压了。

可控硅既然可以调压，那么就可以用来控制灯光。拍摄电影用的灯虽然和家里用的普通电灯不一样，但基本原理是一致的。它们都是通过钨丝发热而产生光的。钨丝发热程度又和流过钨丝的电流大小有关，电流越大，灯丝越热，光也就越亮。反之，电流越小光就越暗。根据电的基本定律：电流 $(I)=\frac{\text{电压}(V)}{\text{电阻}(R)}$。对于某一台灯来说，灯丝电阻是不变的，那么只要改变电压的大小，就可以改变电流的大小了，电压大电流也大，



电压小电流也小。可控硅调光器所以能控制灯的明暗，其道理也就在这里。

这样，我们就可以很方便地来调节电影拍摄灯光和舞台灯光了。如果要创造一个天渐渐亮起来的特殊效果，只要通过可控硅调光器，使电压渐渐地从小到大，那么灯不是渐渐地亮起来了吗！

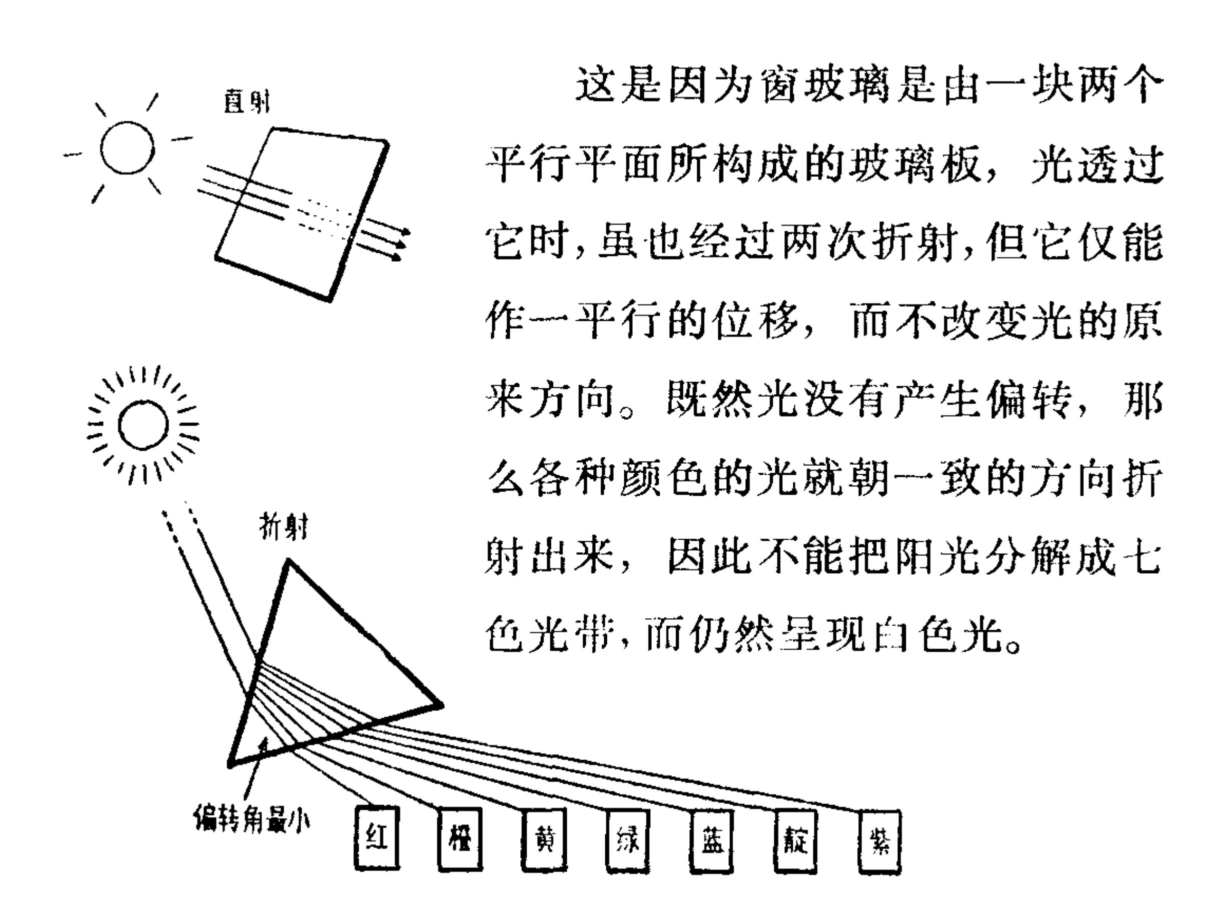
为什么阳光透过三棱镜后，会变成七色光带？

白色的太阳光是由七种色光组成的（红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫），这点科学知识一般人都懂得，然而太阳光透过三棱镜为什么会生成七色光带的道理，并不是人人都知道。

这是因为光从一种媒质进入另一媒质时，要产生折射的缘故。

当阳光从空气射入三棱镜，又由三棱镜射出到空气，经过两次折射，改变了它原来的方向，向棱镜的另一面偏转了一个角度，这个角度叫偏转角。偏转角的大小是与棱镜的形状和光的颜色(或光的波长)有密切关系的。阳光一经过三棱镜，不同波长的光，折射出来的方向也就不一样了。红色光的波长最长，偏转角最小，其次是橙、黄、绿、蓝、靛，而紫色光最短，偏转角最大。紫色光偏转得最厉害，位于最左边，红色光偏转得最小，位于最右边，于是形成了七色光带。

三棱镜是玻璃，窗玻璃也是玻璃，为什么窗玻璃就不能使阳光分解成七色光带呢？



这是因为窗玻璃是由一块两个平行平面所构成的玻璃板，光透过它时，虽也经过两次折射，但它仅能作一平行的位移，而不改变光的原来方向。既然光没有产生偏转，那么各种颜色的光就朝一致的方向折射出来，因此不能把阳光分解成七色光带，而仍然呈现白色光。

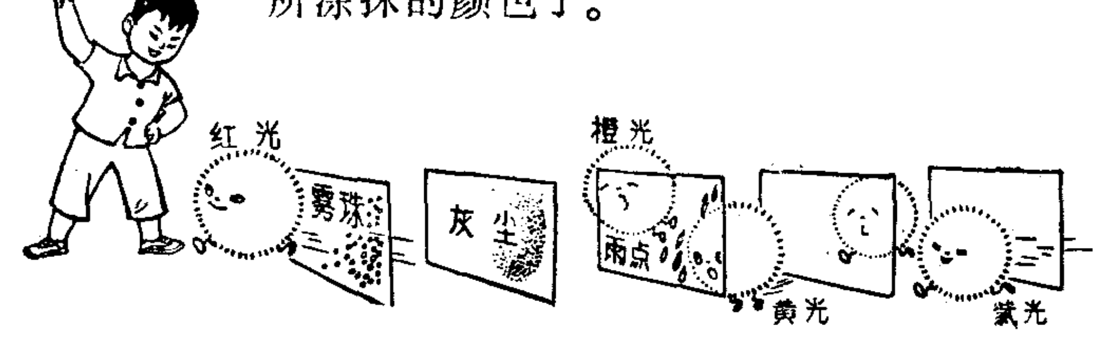
为什么用红光来表示危险的讯号？

汽车遇到红灯就要停下来，在修马路的地方，一到晚上点上红灯，以便引起人们的注意，其它如戏院的安全门上、高塔上也都用红灯作讯号……

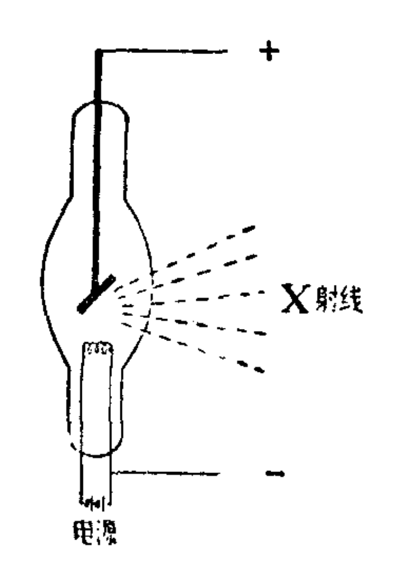
这是不是仅仅为了红光鲜明触目的缘故呢？并不完全是这样。

我们知道白光里面包含着红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七色光，它们在传播时每一种色光的波长都不一样，其中红光的波长最长，能穿过雨点、灰尘和雾珠；紫光最短，无法跨过雨

和雾。当白光照到细小的微粒上时，就要发生散射的现象，不同波长的光，散射情况也不相同。当光线遇到很细的微粒时，波长较短的光，象紫光、蓝光等，都很容易被散射掉，不能透过微粒；波长较长的红光不容易散射，而且能透过这些透明的微粒，如红色的朝霞能把阳光带给人们。至于蓝天，则是不能跨过灰尘的青光、蓝光给大气层所涂抹的颜色了。



在有迷雾的天气，看到的太阳是红红的，隔了毛玻璃看灯光也变成了红色。这都是由于红光不易散射，而能透过微粒的特性造成的。因此红光能广泛地用为表示危险的讯号。在有迷雾的天气里，车辆开着红灯或黄灯，使人容易看见它在行驶，不致发生交通事故。

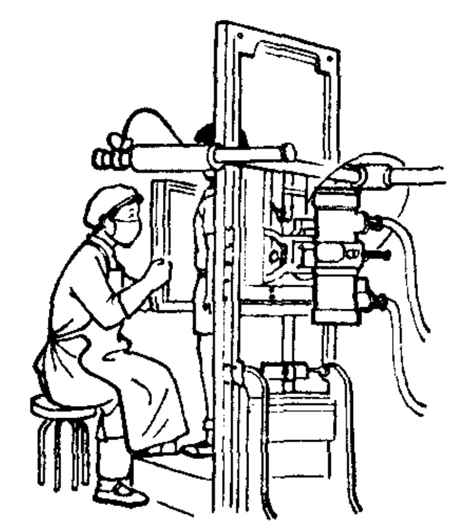


X光为什么能透过人体？

一提起"光"，人们就会自然地联想起阳光、灯光、火光等等。这些都是人的肉眼可以看到的光，称为可见光。另外，

还有一些人眼看不到的光，它们虽然不可见，不过我们可以用实验的方法来证明它们确实存在，而且具有光的本性。X光就是其中的一种。

根据人们的长期研究，对光的本性作了总结：不论什么光都是一种电磁波，但各种光的波长是不相同的。波长在4,000埃～7,700埃(1埃等于一亿分之一厘米）之间的就是一般的可见光。短于4,000埃的光，叫紫外光或紫外线，是不可见光。X光是一种波长比紫外线更短的光，只有可见光波长的万分之一，它也是不可见光。



不同波长的光能够穿透物体的本领是不同的，可见光只能穿透玻璃、水晶、酒精、煤油等透明体，X光却能穿透纸张、木材、人体的纤维组织等不透明的物体。

为什么用X光透过人体，会在荧光屏上显出骨头的黑影呢？原来X光透过各种物体的本领并不一样。对于由较轻原子组成的物质，象肌肉等，X光透过时好象可见光穿过透明体一样，很少有所减弱。对于由较重原子组成的物质，象铁和铅，X光就不能透过，几乎全部被它"吸收"了。骨胳对X光的吸收比肌肉大150倍，因此在透视人体时，在荧光屏上就留下了骨胳的黑影。

X光能穿透人体的性质，在医学上经常用来检查肺部、

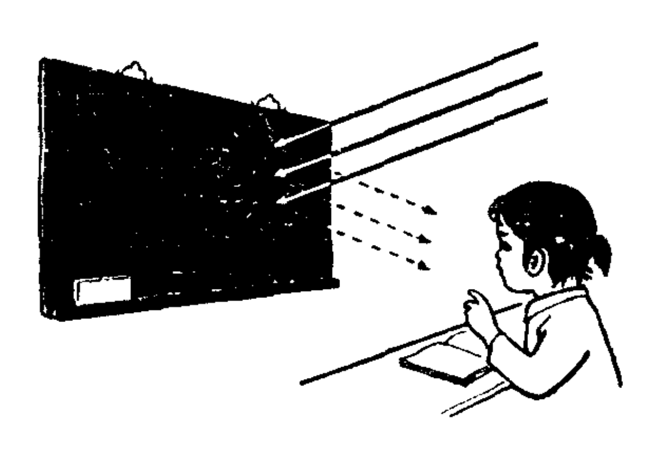
骨伤和肠胃病人的内部情况。

长期接触X光，对身体是不利的，还可能生放射性病，因此医院里管X光透视的医生们，都用含铅的橡皮围裙、手套和铅玻璃眼镜来防止X光射到身体各部分。

黑板是黑色的，为什么也要反光？

你看镜子的时候，镜子会把你身上反射出来的光线又反射到你的眼睛里，这样你看到了镜子的表面，又看到了镜子"里"的自己。

某种东西的表面能把各种颜色的光都反射出来，我们看起来，它就是白色的；如果物体对所有的光都能吸收，那么它就是真正黑色的；单单反射绿色光的物体是绿色的；单单反射红色光的物体是红色的。黑板是黑色的，为什么还会反光呢？有时候这种反光现象甚至于象镜子一样，还可以让人看得见发光的物体哩。



实际上任何一种物体都有吸收光和反射光的能力，不过程度各有不同。普通的所谓黑色物体，虽然吸收了绝大部分照射在它上面的光，但也要反射一小部分光。

同时，光在物体表面反射时，还有不同的形式：

假如物体表面是粗糙不光滑的，那么它就要向四面八方反射，这些乱的反射光到了人的眼睛里，人就看到了这个物体的表面。这样的粗糙表面当然不能做镜子。

相反地，如果物体表面非常光滑，它能把射来的光线按照一定的规律向一定的方向反射出去，它就成为很好的镜子了。在照镜子的时候，如果镜面合乎理想的光滑，那就只看到里面的像，而看不到镜子的表面。当镜面上积有一层灰尘变得不很光滑的时候，我们就能同时看到镜子的表面和镜里的像了。

学校教室里的黑板，如果表面漆得很光滑，从窗口斜射到黑板上的光线，会大量地反射到离窗较远的一边，使坐在那里的同学只感到强烈的耀眼的光线，而看不见黑板上的字了。

黑板面光滑的好，还是粗糙的好呢？目前有许多学校改用表面象砂纸一样的“毛玻璃”做黑板，这种黑板，不论你坐在哪里，都能清楚地看到黑板上的字。

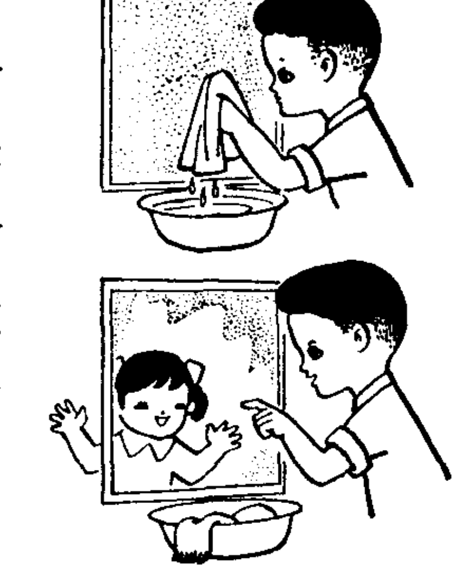
为什么磨砂玻璃淋湿后会透明？

你见到过磨砂玻璃吗？它和透明玻璃有什么两样？

只要用手去摸一下，就知道它有一面跟细砂皮一样，毛

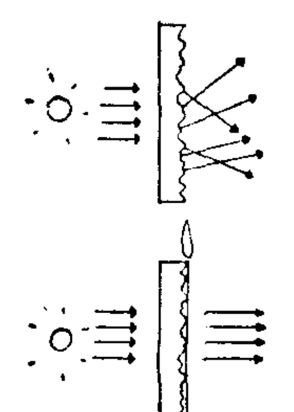
糙不光，所以它又叫毛玻璃。

因为它有一个毛糙面，它虽然可以透光，但是隔着它就看不清发光的东西，浴室和厕所的窗上装了毛玻璃，可使室内的光线充足，但是室外的人却看不到室内的东西。



把大光度的电灯泡改用磨砂灯泡，能把室内照得一样明亮，当我们注视灯泡时，由于看不到过亮的灯丝，就不致眩目耀光。因此只有在需要透光，但又不需要看见东西的地方才用毛玻璃。

为什么毛玻璃会有这样的性质呢？原来光线穿进玻璃和穿出玻璃都要产生折射，如果玻璃的两个面都是平滑的，两次的折射都很有规则，我们隔着玻璃也可以看到发光的物体。毛玻璃有一面不光滑，它使经过的光线无规则地散乱开来，所以隔着毛玻璃就看不见物体了。



如果毛玻璃淋到了水，毛糙面上沾了一层水，水填进了毛面上的低凹部分，使整个外表变成了光滑的水面，光线穿过它就折射得比较有规则了。这时候，毛玻璃就失去了半透明的作用，隔着它也可以看到

发光的东西。等到水蒸发完了，毛面干燥了，它又恢复了不透明的原状。

不过光线穿过毛面和水的接触处，还存在着一部分不规则的折射，所以淋湿的毛玻璃并不能象普通玻璃一样的透明。如果淋湿的是光滑的一面，不是毛糙的一面，那就根本没有变化，仍旧和原来一样不透明。不信，你自己可以实验一下。

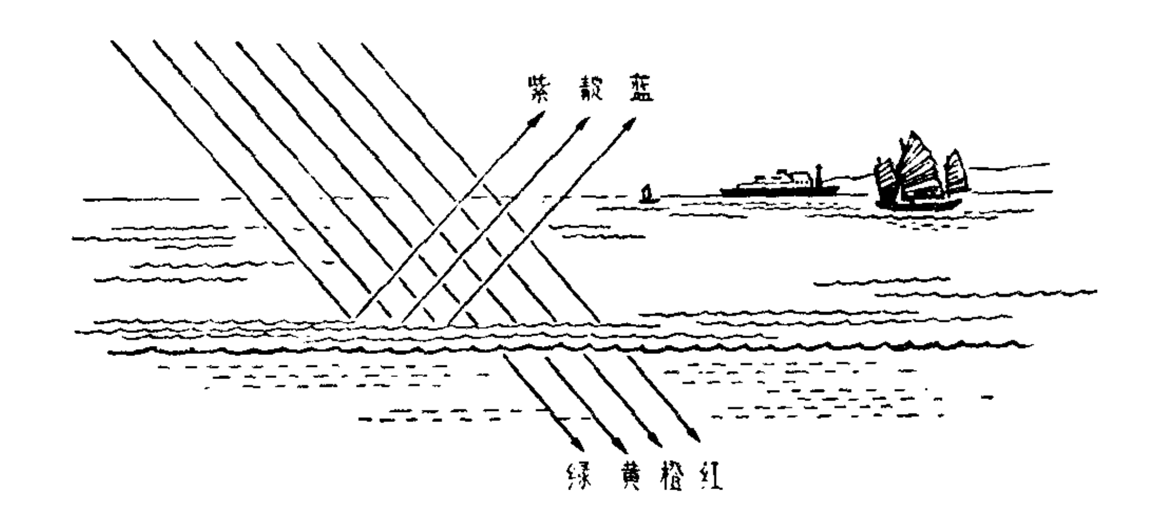
海水为什么是蓝色的?

当我们航行在大海大洋中的时候，一眼望去，那无边的蓝晶晶的海面，在遥远的地方和蔚蓝色的天空融合在一起，十分宽广。

人们描写海洋的时候，往往要写到海水是蔚蓝色的，但是，不一定都知道为什么海水是蓝色的。

海水生来并不是蓝色的，如果你舀一点海水——不论是南极的还是北极的，也不论是太平洋的还是大西洋的，在实验室中观察，都是无色透明的。而大部分海水所以蓝得那样可爱，这完全是太阳光的巧手打扮。

太阳光是由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七种单色光组成的。当这七种光在一起肩并肩儿走的时候，谁也看不出它们的真面目，只有当它们从一种物质跑到另一种物质中去，



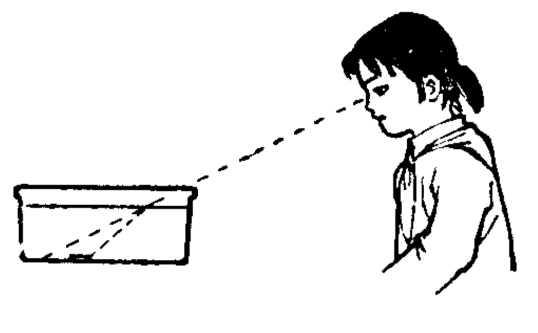
或者遇到了非常细小的障碍物时，波长越短的光，散射光越强。例如：紫光、蓝光，从一种物质到另一种物质，或者遇到阻碍时，就纷纷散射到周围去了，或者被折射回来。海水正是这种情形，它的颜色不但随着深度而变化，同时，海水要经常改变它的成分，每一个水的分子，每一颗微细的泥沙，就好象卫士一样，把守着海水的大门，不让光线深入进去。

在太阳光中，红光、橙光的波长较长，它们好象长了一双长腿一般，能绕过一切阻碍勇往直前。它们在前进当中，不断被海水吸收了，使得海水的温度升高、蒸发。蓝光和紫光一遇到阻碍就向四面散开，或者干脆就反射回来了。

海水越深，散射、反射的蓝光越多，我们看起来就象珐琅的溶液一样碧蓝了。

装满水的脸盆，斜看时为什么觉得水变浅了？

装满水的脸盆，斜看时觉得水变浅了。这种奇怪的现象，究竟是怎样发生的呢？



要想弄明白它的真相，还得摸清楚光的一些脾气。原来，光在同一种媒质中总是抄捷径——直线走的，可是，当它从一种媒质进入另一媒质时，譬如从空气到水或者由水到空气，由于光在这两种媒质中的传播速度不同，它在分界面上只得转个弯，沿一条折线跑了。光的这种屈折现象，叫做光的折射。脸盆变浅，正是光的这个特性所造成的。

虚像
真像

你看，从小溪底上的石块、砂砾射来的光线，到了水与

空气的分界面上就改变了原来直线的方向，而是向水面偏折了一个角度后再向前跑的。我们眼睛所看到的，正是这股已经转了向的光线。可是，眼睛觉察不到，还以为这光线是沿直线射来的，而误把这股转了向的光线的延长线所汇交成的溪底的虚像，当作真正的溪底。这样，溪水不就顿时变浅了吗？脸盆变浅了，其道理也是一样的。

那么，垂直于水面来看脸盆，为什么脸盆又不变浅呢？原来光线还有一个脾气，那就是当它沿垂直于分界面的路线，从一种媒质进入另一媒质时，光就可以不转向地前进，这时偏折的角度等于零。无怪我们在看装满水的脸盆时，越斜看就变得越浅；要是走近一些看，脸盆仿佛又变深了许多哩。

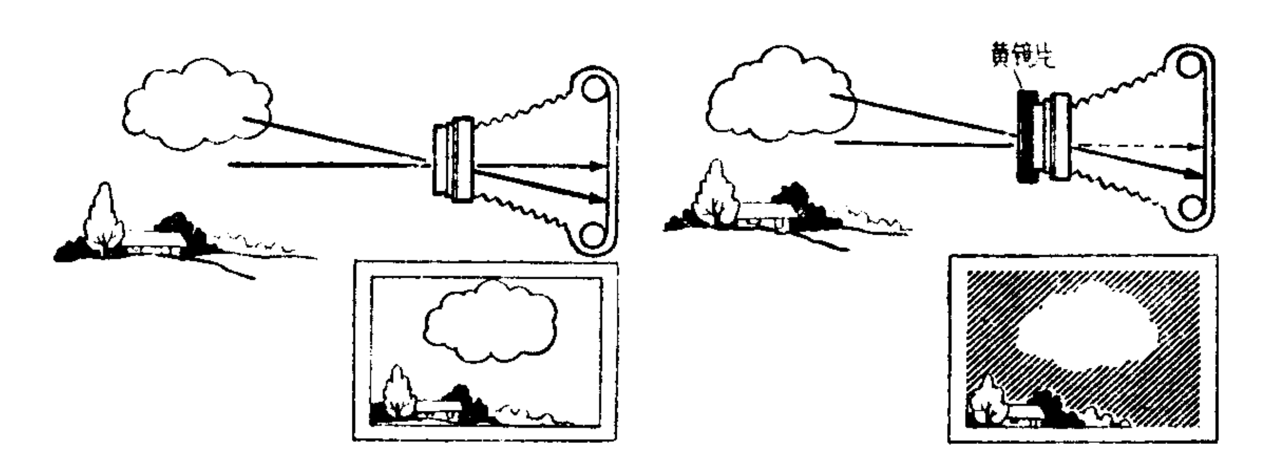
光线耍的把戏，就象变戏法一样没个完。当我们认清了光的种种脾气，就不会再受它欺骗了。看，有经验的渔民用鱼叉叉鱼时，他决不会朝着鱼下叉，因为这只不过是鱼的虚像，他必定是向着略近和略深一些的地方刺去，这样一条活蹦活跳的鱼才能给牢牢地叉住。

为什么拍风景照时，常常要在镜头前加一块有色玻璃？

你会摄影吗？或者你常常看到人家摄影吧？为什么有

时候要在镜头前面加一块有色玻璃?

这片加在镜头前面的有色玻璃叫做滤色镜。因为不同颜色的玻璃吸收的光和允许通过的光是不同的，把滤色镜



加在镜头前，能使照出的照片给人以真实的或特殊效果的感觉。如果用黄色玻璃加在镜头前，蓝天中的白云就特别清晰。原来青色、蓝色在底片中感光特别灵敏，会使照片中的这一部分特别明亮，而黄玻璃却能大量地吸收由蓝天和别处散射来的青光、蓝光，不让它们通过，这就使得照片中青蓝色部分变暗，突出了别的部分，例如白云的轮廓。如果用红玻璃，由于红玻璃能大量地吸收绿光和蓝光，使照片中蓝天和绿树变为深暗色，得到了如同在月光下照的像那种特殊效果了。

为什么水下能摄影?

浩瀚的海洋和奔腾不息的江河，哺育着成千上万的水

生动植物；无数待人开发的矿藏、海底河床的地质结构、水下建筑的测量和沉船打捞的勘测，都需要人们通过实践斗争使之为社会主义革命和社会主义建设服务。为了将神秘的水下世界揭示在人们的面前，其中不可少的一种方法，就是水下摄影。

由于水的压力和密度要比空气大得多，所以水下摄影机与一般的陆用摄影机不同，需要一些特制的辅助设备。水下摄影机是装在一只用铝制成的防水罩里，它的密封度和抗水压的性能特别好，而且在水下可以保持平稳，便于操作。在防水罩的前面，有一块特制的防水、耐压玻璃，镜头透过这块玻璃窗来摄取海中景物。

水下摄影终究不同于陆上。水与空气是两种不同的介质，光学性质也不相同。首先，水对太阳光是有反射作用的，射到水下的光线就会逐渐减弱，一般在上午 10 时～下午 3 时这段时间里，水下空间比较明亮。但在清晨、傍晚，水下就比较昏暗。其次，水的透明度根据地区和气候的差异也各不相同。一般来说，由于水下混有许多泥沙和悬浮生物，会使射入的光线产生散射，光度大大减弱。随着拍摄距离的增大，摄影就越发困难。因此，在一般最明净的水里，水下摄影最远可以拍到几十米；如果水质混浊，那就只能拍摄 1～2 米的近处景物。为了克服水下散射带来的困难，可以使用短焦距镜头，并调整光圈，选取准确的曝光；或

者人工打光，如附有防水装置的氙灯(即小太阳)等。

考虑到各种波长的色光在水中通过时，波长的色光先被滤掉，如红光，在一定的深水处已经很弱，因此要进行彩色摄影，必须增加红光光源，借以适当地减弱水中的蓝绿光线。

大家知道，光在水中有折射现象，观察水中的物体常常比物体本身来得大。水下摄影时，如果摄影机与被摄物体实际相距 4 米，那只须按 3 米视距拍摄就行了。

至于用于水下摄影的胶片，必须对各种波长的色光具有灵敏度很高的感光性能。

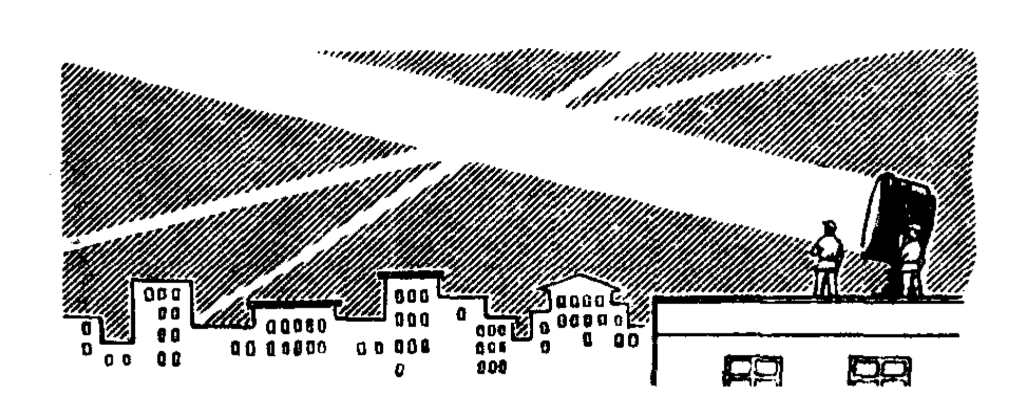
自然，潜水员要进行水下摄影，本身还要有一套轻便的潜水装备，这就是面罩、压缩空气瓶和脚蹼。由于水下流急、浪涌，影响水下摄影的定位，这就要求潜水员有过硬的水下悬空作业的本领。

水下摄影技术并不是高不可攀的。现在很多水下摄影任务，也是土法上马，即用一般陆用摄影机，外面罩上一个隔水外壳，将操作装置移到壳外就可以用于水下了。

为什么探照灯的灯光是平行地照射出去的?

“提高警惕，保卫祖国”。在寂静的夜晚，我英勇的中国人民解放军防空兵，打开了探照灯，搜索天空，保卫着祖国神圣的领空。那探照灯强烈的光柱，划破天空，直射而去。那么，你有没有想过：探照灯的光线为什么能够平行地照射出去？

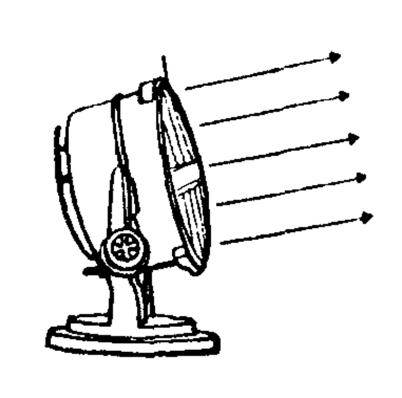
原来探照灯的外壳，都是做成象碗的形状，这种形状叫做抛物面。它的内壁涂得非常光亮，使灯光照在内壁上，能



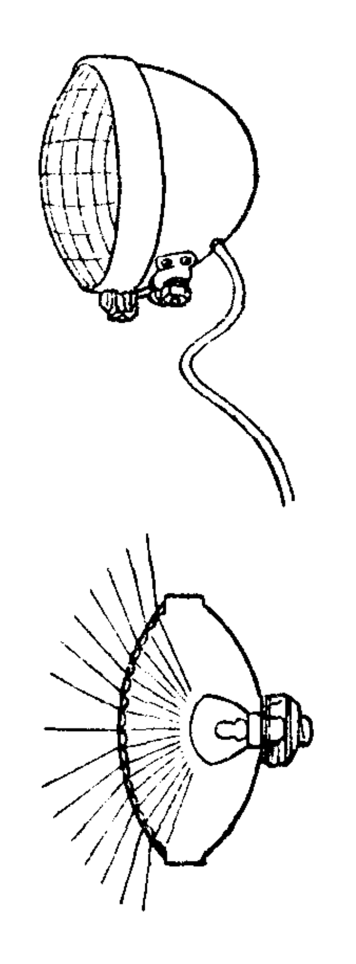
够很好地反射出去。而且灯泡正是装在这个抛物面的焦点上。这样，从灯泡发射出来的光线，照到内壁后再反射出去时，这些光线，就能比较平行地照射出去了。

由于灯泡的发光区域不可能都在焦点上，或者抛物面

做得不十分正确时，光线就不能很好平行地照射出去。手电筒的光线不能平行直射，就是这个原因。探照灯做得比较精确，所以它的灯光能平行地照射出去。



汽车的前灯，为什么要装有横竖条纹的玻璃灯罩？



汽车前灯的组成与手电筒灯头的组成相仿，有灯泡、反射镜和灯前玻璃。不过汽车前灯的灯前玻璃是做成横竖条纹的，而手电筒上用的却是一块普通的平玻璃。

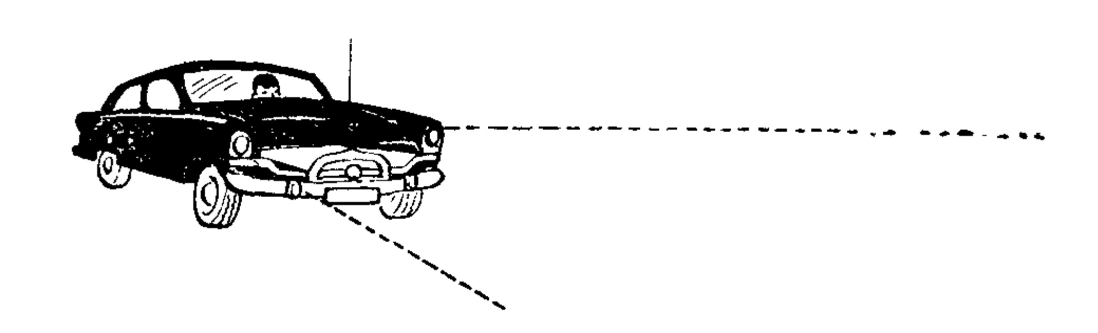
这是为什么呢？

在漆黑的夜间，你不妨打亮手电筒察看一下，光束是那样狭窄而笔直。这对夜间赶路的行人，没有什么不好；然而对于一辆急速行驶的汽车来说，这种照明情况却含有莫大的危险！

因为这种狭窄而界限分明的光束，

虽然能看清前方，但路边的一切几乎都不能看见，这给车辆驾驶带来极大困难。再说，亮处明晃晃，暗处黑糊糊，这种一暗一明的鲜明对比，会使驾驶员目眩，特别是在汽车震动或晃动的时候，由于亮处不断地急剧变位，驾驶员为适应照明情况的不断变化，视觉很容易疲劳。为此，人们曾进行了种种探索，来改进这种前灯照明不佳的情况。

先是采用同毛玻璃相仿的磨砂灯泡。这样，因散光程度的增加而削弱了眩目作用，也能很好地辨清周围环境，如向左、向右的支路、林荫树、路沿等等。后来，又有人用散光程度相仿的磨砂灯前玻璃来替代磨砂灯泡。但是，磨砂灯泡和磨砂玻璃的散光作用不仅发生在车子的侧面和前方，也发生在上方，因此有许多光束浪费掉了，现在用这种有横竖条纹的散光玻璃，就能克服这些缺点。



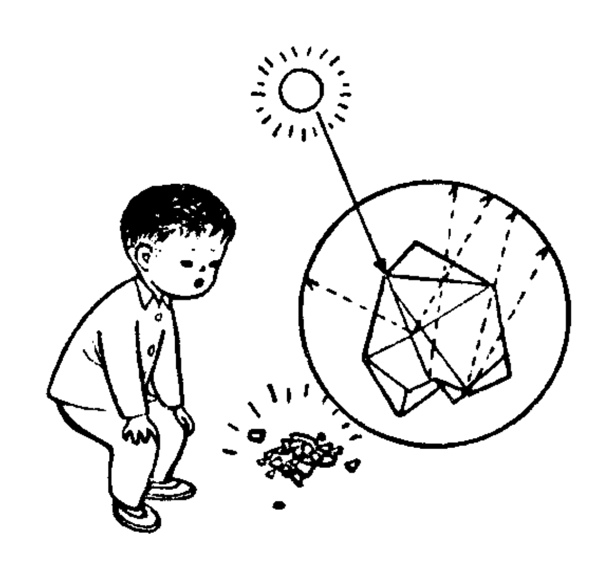
这种散光玻璃大都是用金属模子压制成的，实质上它是透镜和棱镜的组合体，具有将光线折射而分散到所需要方向的作用。所以，现代汽车装有这种灯前玻璃以后，汽车前灯就能很均匀柔和地照亮它前进的道路和路边的景物。

另外，这种散光玻璃还能使其中一部分光折射得略偏向上和两侧，以便照明道路标志、指标、里程碑等。

你看，一块不甚醒目的散光玻璃，竟然起着如此重要的作用。

水是无色的，为什么浪花和雪却是白色的？

坐在船上，看蓝绿色的海水，卷起千堆浪花；或是登在山间，但见晶莹流水，随势高低，溅起无数水珠，多么壮观哪！可是看着看着，不免奇怪起来，为什么碧蓝的海水和晶莹的流泉，它们卷起的浪花和飞溅着的水珠，却是如此洁白？



一般的玻璃杯都是无色透明的，打碎以后的一片片，还是那样，但是当我们把它扫在一起的时候，却变成白晶晶的一堆了。而且玻璃打得越碎，堆起来颜色越白，如果碎成了玻璃末，那简直就象一堆雪花。这是什么缘故呢？原来玻璃能够透过光线，也能反射光线，碎裂以后，因为形成了许多不规则的角度，

加上层层堆迭，一遇光线，又发生了多次折射，而光线在经过了许许多多的屈折以后，从各个不同的方向，漫射出来，我们的眼睛碰到了这种光线，就觉得一片白色。

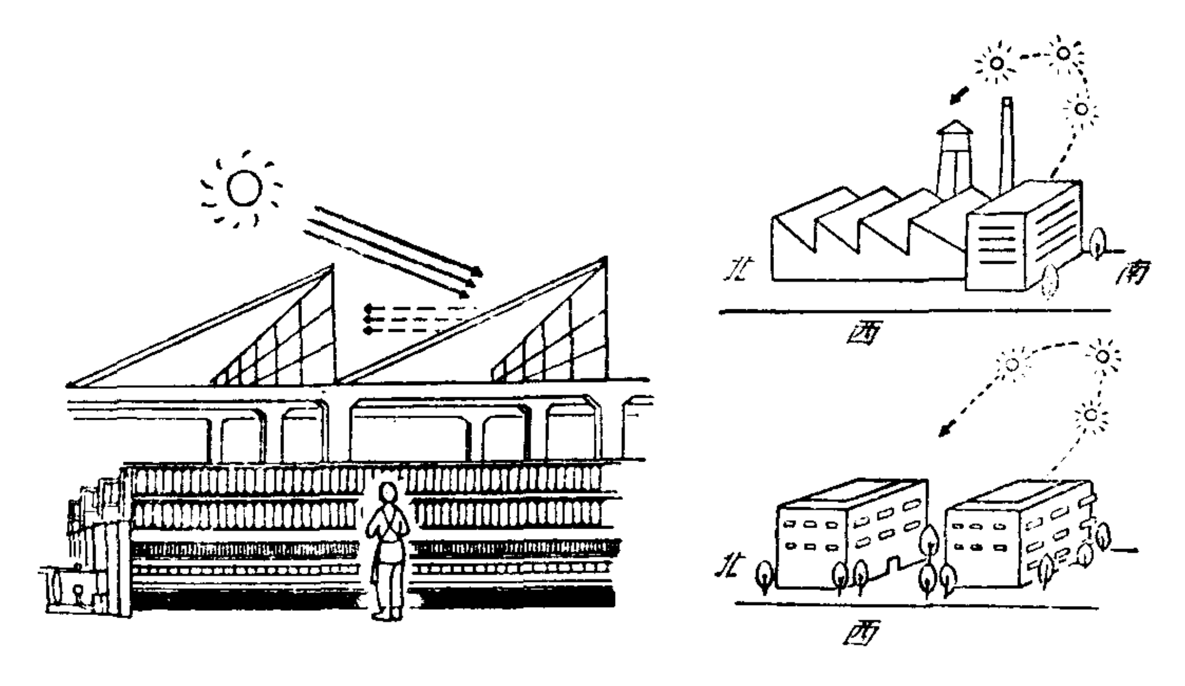
浪花和水珠，正象打碎了的玻璃末，它也把光线作了这样的变幻。

可是雪花的白色，又是怎么来的呢？它跟碎玻璃更相似了。因为构成雪花的是冰晶，冰晶有着复杂的结构，它有点象金刚钻，能把光线作更充分的反射、全反射和折射，结果就形成了一片洁白。

为什么住宅宜朝南，工厂锯齿形车间却要朝北？

朝南的房屋，可以比朝其它方向的房屋在一天里有更多的时间照到太阳光。对人们来说，多照太阳光是卫生和健康的重要因素，它不仅可以杀菌消毒，而且还可以促进人体的新陈代谢作用。我国的住宅一般都是朝南的。

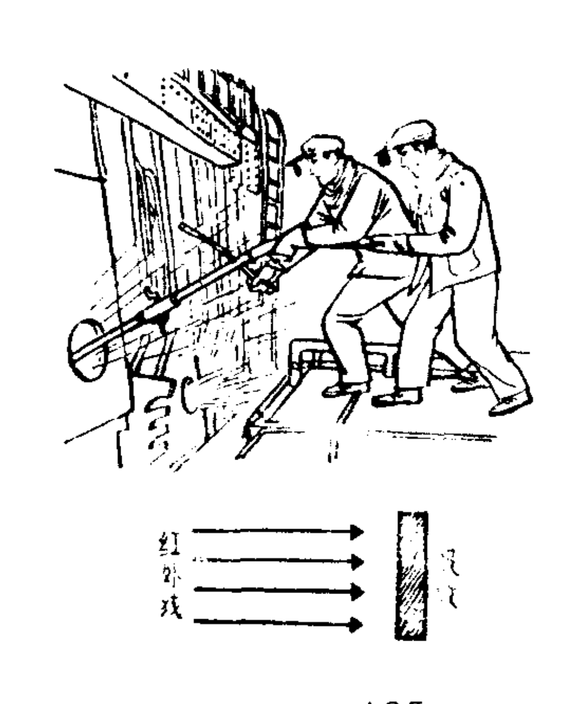
工厂的厂房，需要有充足的光线，这就需要多开窗户，但是一般车间往往温度很高，如果有阳光照射，会使温度过高。由于车间里有许多机器在飞快地转动，如果有阳光射到机器上，就会发生反光，使工人的眼睛受到刺激，损坏眼



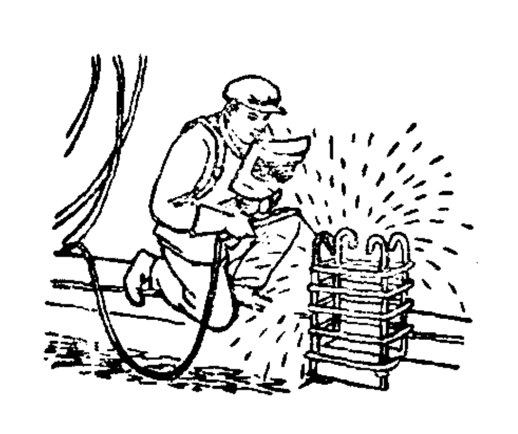
睛，影响生产。怎样才能使车间里既明亮，又不使阳光直射进去呢？有一个很好的办法，那就是把窗户朝北开。有些比较高大的厂房，窗户都是开在比较高的地方，这也是为了避免阳光的直射。

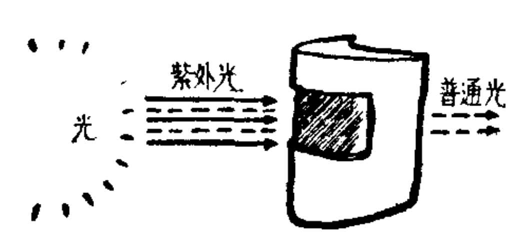
炼钢工人为什么要戴防护眼镜？

炼钢需要很高的温度，一般要摄氏 1,100 度到 1,500 度的高温，才能使钢铁熔化。如果是采用电弧高温的电炉炼钢，它的温度可高达摄氏 3,000 度以上。我们知道，物体加热到摄氏 500 度时，它会发出暗红的颜色，700 度时变成红色，950 度时出现鲜红



色，1,100 度时成为黄色，1,300 度以上就逐渐变为白色，到 1,500 度时全部成为白色。为什么不同的高温度数，会出现不同的颜色？这是由于不同的温度对物体所发生的辐射线的光谱不同的缘故。当物体的温度上升到摄氏 500 度时，主要发生一种红外线；500 度以上升到 1,200 度时，不仅有红外线，还有可视线和长波紫外线．如果温度到 3,000～4,000 度，除了红外线、可视线和长波紫外线以外，还有短波紫外线，这就是说，在熊熊烈火的高温炼钢过程中，它既有红外线、可视线，又有长波和短波紫外线。





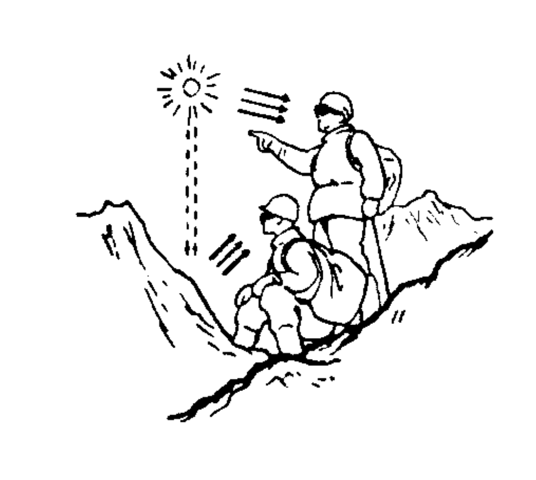
当人们的皮肤接触这种红外线和紫外线，时间久了，皮肤上就会出现红斑，甚至发生水泡，有时还会发生头痛、疲劳和发热。

眼睛接触了红外线，它可以通过角膜（黑眼珠）进入眼睛里的晶状体组织，当晶状体吸收后，组织的温度会升高，如果长时间的吸收，会使透明的晶状体变成混浊，发生一种叫做白内障的眼病，使视力受到影响。当眼睛的角膜接触了紫外线，就会引起一种叫做电光性眼炎，为了防止这种眼病的发生，保护炼钢工人的健康，人们研究设计了各种类型

的防护眼镜：含有氧化高铁的防护眼镜，它能吸收紫外线；含有氧化低铁的镜片，能吸收红外线。除此以外，还有在镜片上涂上银，它能反射辐射线。它们通过吸收或反射，都能阻止辐射线的通过，所以炼钢工人在炼钢时必须戴上防护眼镜。

为什么登山运动员都要戴一副黑眼镜？

你看过影片《无限风光在险峰》吗？影片真实地记录了我国年轻的科学工作者，发扬“一不怕苦，二不怕死”的大无畏精神，进行喜玛拉雅山地区综合考察的动人情景。



在影片中，你一定会看到登山的同志在攀登高山时，都戴上了一副黑眼镜，这是为什么呢？这是保护眼睛的。

原来，高山上太阳光的辐射特别强烈，因为高山上的空气很稀薄，到了8,000米的高空，空气只有地面的三分之一左右；另外，高山空气洁净，尘埃极少，阳光的辐射没有阻碍，如入无人之境。还有一个突出的问题是：一般超过5,000米高度的山峰，山坡和峰巅大都积聚了千年不化的皑皑白雪。白色的东西，反射光线的本领特别强。在一无



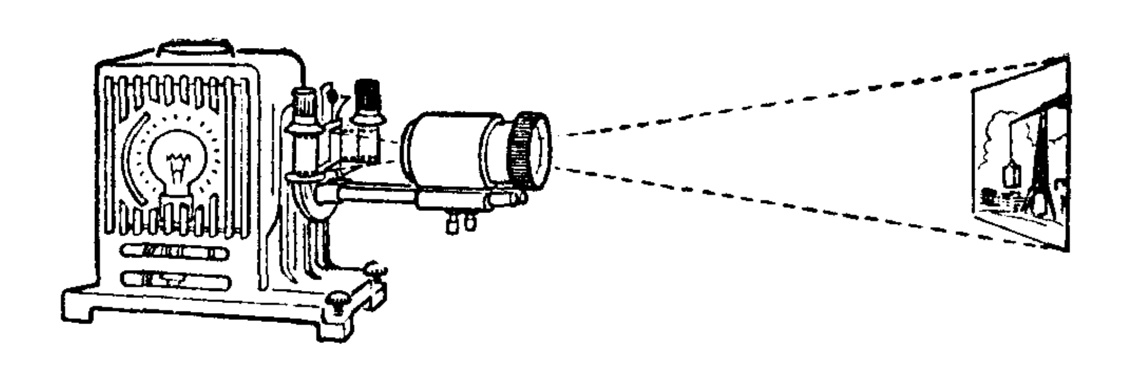
遮蔽的雪坡或雪峰上，白雪简直毫不客气地把强烈的阳光反射出来。

阳光里包含着大量的紫外线和红外线。高山上既然阳光辐射特别强烈，紫外线和红外线自然也随之而增加。眼睛是人体最灵敏的感光器官，强烈的紫外线和红外线照射在眼睛的视网膜上，能灼伤视网膜的视觉细胞，引起视力减退，严重的甚至完全失明，医学上叫做雪盲。

因此攀登高山的运动员，为了保护眼睛，必须戴一副特制的墨镜。这种墨镜的镜片不是普通的玻璃，而是在玻璃里加入了能够吸收红外线和紫外线的氧化铁和氧化钴。这两种化学药物混在一起后，使制成的玻璃呈黑色。墨镜正是用这种特制玻璃配起来的。

放映幻灯时，幻灯片为什么一定要倒插？

幻灯机的构造并不复杂，打开匣子你就会看到：前面的镜头是一块凸透镜，后面有一个很亮的光源，插幻灯片的



框子就在透镜和光源之间，并且要装在透镜的焦距和两倍焦距之间。为什么非要安装在这个地方，不可以在焦距以内或两倍焦距以外呢？

这是由幻灯机的用途和透镜的性格决定的。

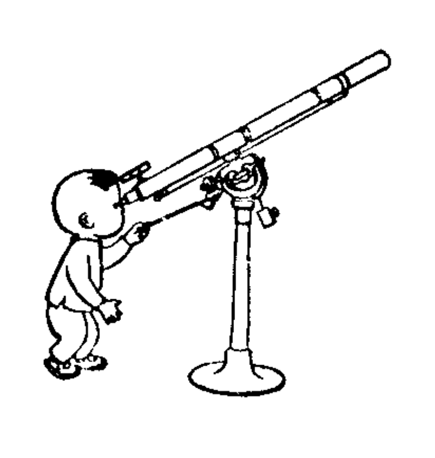
幻灯机的用途，就是要使幻灯片上的画面变成很大很大的实像，放映在远处的银幕上。这任务落在透镜的肩上。透镜的性格，固执而机械，说一就是一，没有商量的余地：画片若放在焦距以内，这样由画片来的光线经过透镜，你就休想在银幕上得到画面，而从幕那侧朝画片看，倒会看到一个放大了的像，不过这像是虚的，这正是放大镜工作的状况；若把画片放在两倍焦距以外的地方，那么在银幕上只能得到缩小了的倒像。你看，这又恰是照相机工作时的情景，怎能用来放映幻灯呢？根据透镜成像有可逆的特点，要想在远处得到一个放大的实像，画片就不得不放在焦距和两倍焦距之间了。画面要想放多大，只消调整一下画片的位

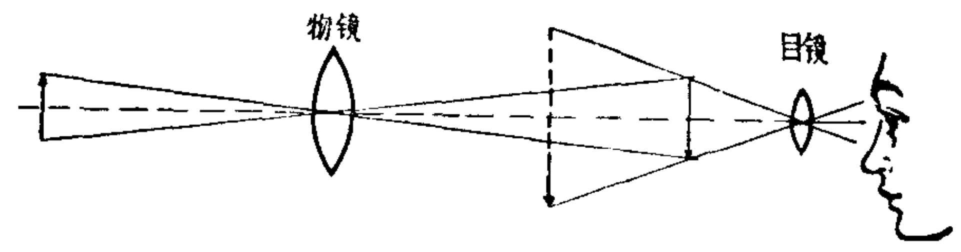
置就行。不过，请不要忘记，这时远处银幕上的像是倒立的呀！换句话说，它与幻灯片上的画面恰恰是相颠倒的。因此放映幻灯片时，幻灯片就得倒插。

由于一般幻灯片都是用玻璃或赛璐珞软片制绘，这不仅易损坏，而且制作也难。因此，又有人设计了一种叫反射式的幻灯机，它可以把不透明的图片、书报、彩画等直接放映到银幕上去。

为什么望远镜能使我们看清远处的东西？

抬头远望，一般总是远处的东西小，近处的东西大。远处一条几千米高的大山脉，看上去也可以比近处一棵几米高的柳树矮。这是什么道理呢？画图写景的人深知道这一道理，并且对于远近大小之间的关系还有一种简便的测量方法。他们往往握着笔杆、伸直手臂，用笔杆上的一段距离和景中一个物体的长度对照，不论物体的远近和实际的长度是多少，这一对照下，笔杆上的距离，就是我们看到的长度。因为物体在观察者眼中所成像的大小，是凭这一物体到观察者眼上所成的





角度的大小而定，所以高山可以看得低于柳树。

望远镜为什么能帮助我们将远处物体看得大些、清楚些呢？这是因为望远镜是由一组凸透镜——物镜和目镜组成的，物镜将远物作出一个实像，在透镜的焦平面附近（通过透镜焦点而与透镜主轴垂直的平面），这样，物像与观察者眼睛的距离就大大地缩短了。为了使这个缩小了的像尽可能地大些，这一透镜的焦距要尽可能选得长一些。为了适应眼的明视距离（正常眼睛习惯看 25 厘米左右的物体，而且时间长也不感到疲倦，因此就把 25 厘米叫做明视距离。）并再将像放大些，我们可再通过第二个短焦距的目镜来观察物镜所成的像。由这一组透镜作出的像，在观察者眼上所成的角就会比用肉眼直接观察时的视角大好多倍。视角增大了，我们就觉得物体移近了。所以一般望远镜能使视角增大几十倍、上百倍，好的天文望远镜甚至可以放大到 1,000 倍以上。

什么叫激光？

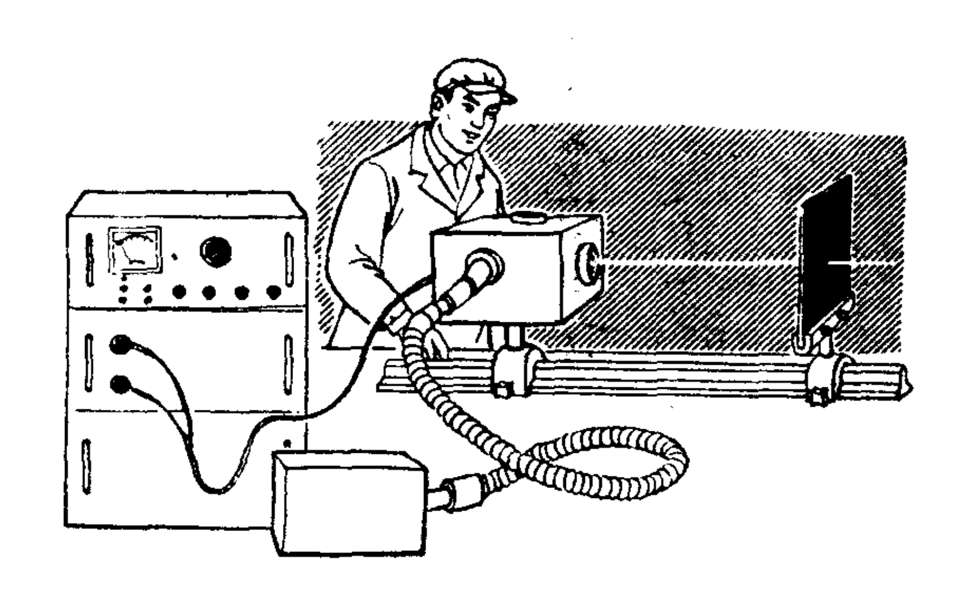
无论多么强烈的阳光和灯光，都不能透过薄薄的木板；

可是，有一种特殊的光——激光，却能射穿钢板；即使象金刚石那样最坚硬的物质，在它的照射下，也会化为一缕青烟而消失，这是什么原因呢？

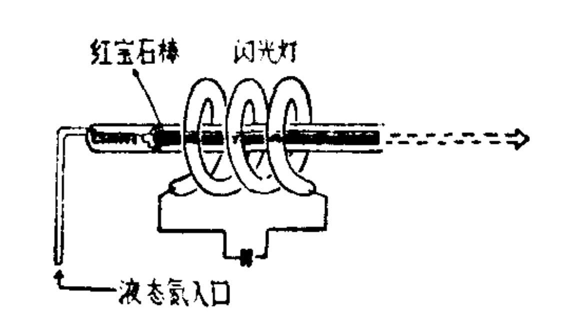
要说明这个道理，先要知道光的一些特性。

1. 一束光线，实际上是无数的光子在进行波浪式的运动。光子是一种微小的粒子，带有能量，所以光线有两种特性——粒子的性质和波动的性质。

2. 我们打亮手电筒，就有一束光向前射出，看起来，光的方向是笔直的，颜色是单纯的，其实，它却是向四面八方散开去的；颜色也不单纯，而是多种颜色的混合。在这种光里，有多种波长同时存在。



1960年人们制成了光激射器（也称"莱塞"或"睐泽"）。光激射器发射出来的光线具有普通光线所没有的独特性质：颜色单纯（因为波长一致），步伐整齐（所谓相干性好），



方向性好（严格朝着单一方向发射，散开的程度很小），通过凸透镜后能高度集中。

可以发出激射光的物质很多，固体的有红宝石、含钕玻璃等，气体的有氦、氖、氙等，半导体的有砷化镓、锑化铟等；这些物质受到外来能量的激发，例如闪光灯照射或通了电流后，它们的原子或分子的能量就从最低能量状态上升到高能量状态。粒子到达高能量状态后，很不稳定，要过渡到一个中间能量状态。当中间能量状态的粒子积聚得很多的时候，再受到激发，就跌落到原来的最低能量状态，并发出光子，这时，无数的光子在光激射器里进行来回的共振，调整了方向和步伐，一射出来，威力就极强大。目前能得到最大功率为 17 兆兆瓦、作用时间为 3 微微秒（1 微微秒为千万分之一秒）的光，它的压力每平方厘米有 105 万公斤，温度达摄氏 10 万～20 万度，当然，在这样强大的压力和高温下，任何东西都要被它射穿或烧掉。说到这里，应该指出的是：激光有那么强大的威力，只是因为它把能量集中在极短时间里射在极小的面积上而已，决不是光激射器能够凭空创造出巨大的能量。当然，激光除了脉冲输出外还可以连续输出，不过功率不大，固体激光器可达一百多毫瓦，半导体激光器可达十几瓦，气体激光器可达一百多瓦。如果要获得能长时间作用的激光，

还要对它作进一步研究才行。

激光有哪些用途?

伟大领袖毛主席教导我们:"**抓着了世界的规律性的认识,必须把它再回到改造世界的实践中去,再用到生产的实践、革命的阶级斗争和民族斗争的实践以及科学实验的实践中去。**"前面我们介绍了什么是激光以及它有什么特性。遵照毛主席的教导,我们不仅要认识激光的规律性,而且还必须把它用来为三大革命运动服务。目前激光正在工业生产、科学研究和国防事业中得到愈来愈广泛的应用。

如何用激光的特性为我们服务呢?

首先,我们利用激光"能量高度集中"的特性,可以对高熔点、高硬度和高活性材料,进行焊接、切割、钻孔等方面的精密加工。由于激光产生的温度极高,足以使加工材料汽化,同时由于光束很细,可以使加工尺寸很精密,这是一般的机械加工所不能达到的。例如应用激光可以在200微秒的一瞬间,在红宝石、金刚石等坚硬材料及钛铌铍等难熔金属上,钻出一个直径为5~150微米的圆孔或畸形小孔。因为加工时间极短,所以被加工的材料既不会变形,也不会破坏它的性能和结构。激光还可将2毫米厚的钻石、半导体等材料切割成细小的复杂形状。利用激光焊接难熔金属片、

金属导线和微形电路等也已试验成功，点焊可将直径只有1微米的金属丝焊接在半导体上，缝焊的焊缝可达0.01～5厘米。这种焊接，对材料的性能影响很小，焊缝处金属的收缩与变形度也很小，焊接质量很高，因而可以减少甚至取消焊接后的机械加工。

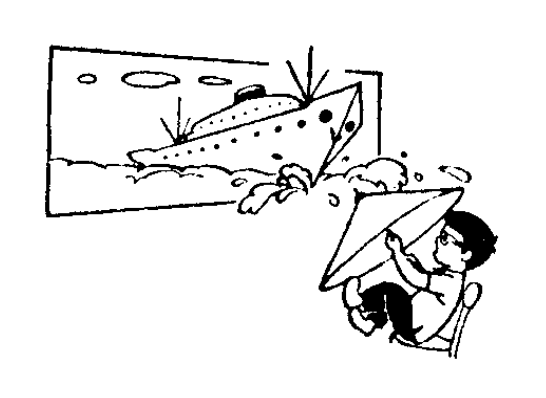
利用激光颜色单纯（即波长一致）的特性，可以用来作为长度计量标准，进行精密测量。过去采用的光学测量，由于光源的颜色不纯、亮度不够，故长度标准和测量的长度都受到限制，对50厘米以上的长度计量是很困难的，激光则克服了这些困难，目前可对10米距离作10^{-6}精度的测量（即测量10米长的距离，误差不超过一丝），它可以用在生产过程中的测量和检查，以及极精密的机床控制。

利用激光方向性好的特点，可以进行测距、定位和跟踪。激光发生器输出光束散角小，在10米左右范围内，光束不发生散射，以后也只有轻微的扩散，在20公里的照射面上，光束只比一个茶杯粗些。如果将激光射上月球，光束的扩散直径也只有3.2公里；要是普通光线能射到月球去的话，则扩散直径将达4万公里。利用激光这一特性做成的激光测距仪和激光雷达的优点是：分辨率高，距离和方位的测量精度高，甚至可以测出目标的尺寸和形状，例如用激光在十几公里的范围内进行地面测距时，误差只有4.5米；用激光测量卫星火箭推助器时，距离为1,500公里，误差仅

8 米;用激光对人造地球卫星进行跟踪,跟踪距离可达 1,000 公里,其误差为 3 米左右。

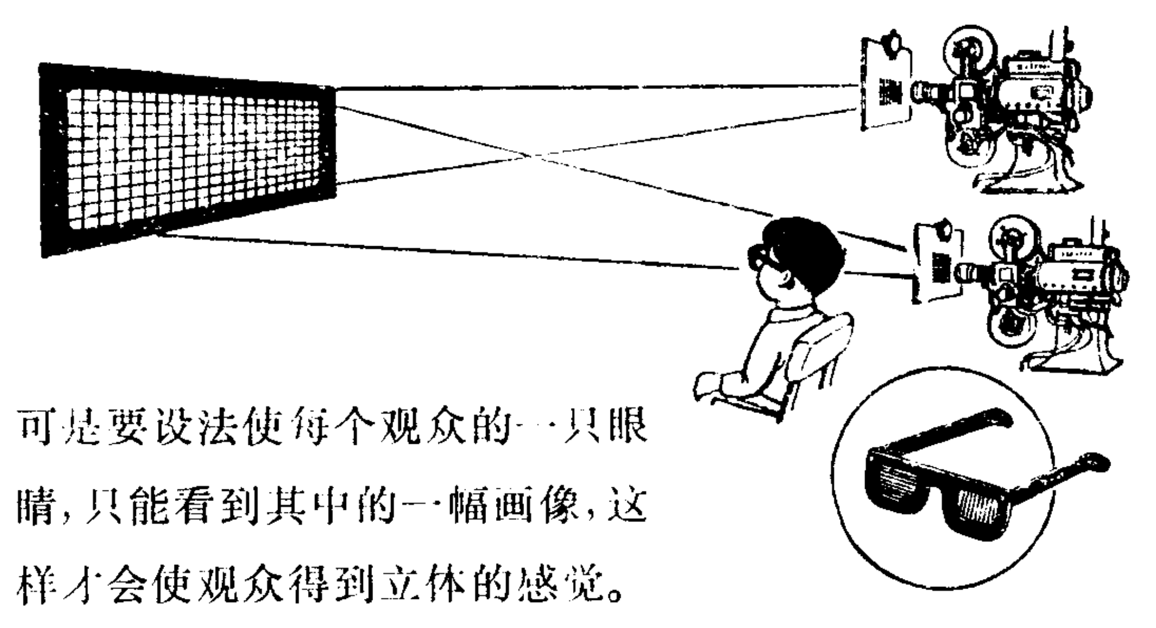
此外,综合地利用激光的单色性高、方向性强、相干性好的特点,还可进行光通信。这种光通信路较多,不容易受干扰,保密性强,这是一般无线电及微波通信不能比的。当然,要实现这种通信还有不少困难,目前正处在研究试验之中。

看立体电影为什么要戴眼镜?



看过立体电影的人,都有这样的体会,在看的时候必须戴上放在座位旁边的一副特制的眼镜,这样当银幕上出现一辆汽车迎面驶来,好象驶向自己。如果不戴这副眼镜,那么在银幕上的人像或者物体,不仅没有立体感,同时还会出现两个影像。

这个问题可能使好多观众不理解,实际上它的原理并不十分复杂。因为立体电影在拍摄时,一般是用两个镜头并排在一起分别拍下了同一物体的两个画像,或是在一个镜头上加一个三棱镜,在同一张片子上左右各半拍下两个相同的画像,放映时把两幅相同的画像,同时映在银幕上。



可是要设法使每个观众的一只眼睛，只能看到其中的一幅画像，这样才会使观众得到立体的感觉。

大家一定要问，看电影总得用两只眼睛看，看立体电影也从来没有叫人把一只眼睛闭起来的。因此人们设计了一种叫做偏振光滤光镜，做成了眼镜片，并在两架放映机上同样放上这种镜片，在左面的放映机上放上一块角度相同于观众左眼所戴的偏振光滤光镜，右面的放映机和观众的右眼镜片一样，都戴上与左面相差 180 度的偏振光滤光镜，这样使观众的左眼只能看到左面的画像，右眼只能看到右面的画像，而这只眼睛看这个画像时，那只眼睛和画像总是被阻挡，这样使银幕上两个像通过两只眼睛，各自反映到大脑把它重迭起来成为一个像，并产生了立体感。这就是人们在看立体电影时，必须戴上一副特制眼镜的道理。

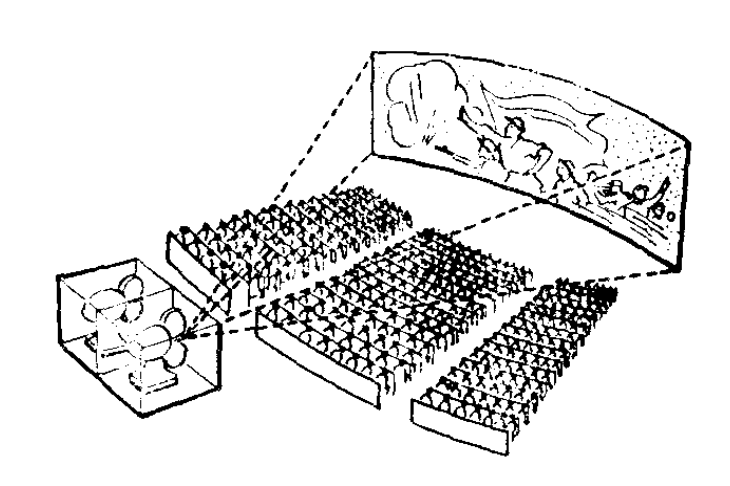
宽银幕电影的银幕为什么是弧形的？

为了弥补普通电影画面小、视野窄的缺陷，人们创造了

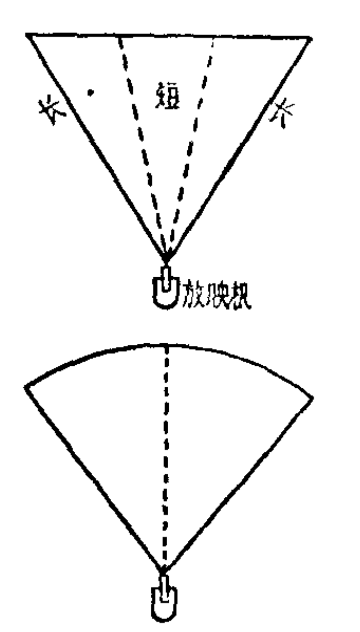
宽银幕电影。

宽银幕电影的银幕比普通电影的银幕放宽了一倍多。看宽银幕电影，观众的视野放阔了，银幕上映现的人和物看起来也就逼真得多。

但是，你千万别以为只要把普通电影的银幕加加宽，就可以放映宽银幕电影了。要是那样的话，电影的画面一定模糊一片，人物景致变得奇形怪状。



宽银幕除了要把银幕放宽以外，还必须让银幕做成中间向后凹，左右两边伸向前的半弧形。



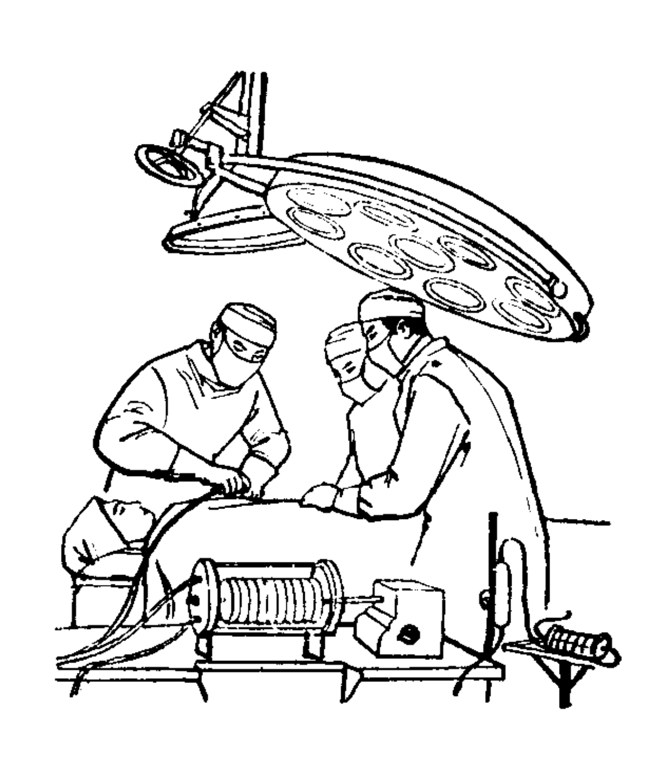
为什么宽银幕要做成这样的形状呢？

我们不妨先在纸上画一个等腰三角形。看吧，如果电影放映机就放在等腰三角形的顶角上，底边不正是银幕吗？我们知道，等腰三角形的高也就是它的中线，它比腰来得短些。如果你画的三角形，底边不太长的话，那么它的中线和腰的长度之差并不显著；可是，假定你让这个三角形的中线保持不变，把底边向两旁延长，那么这个三角形的腰和中线的长度差就大了。现在，回过头

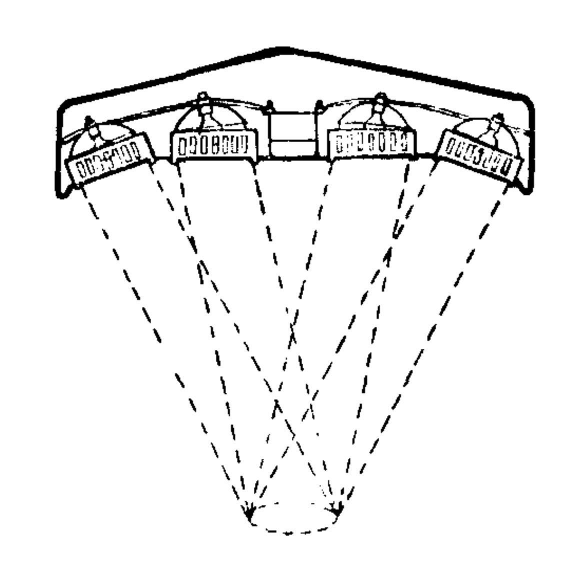
来研究电影银幕，你就不难理解为什么宽银幕和普通银幕的形状要做得不同了。

普通电影，由于银幕不大，从放映机射出的光到银幕中部和边缘的距离差别不大，所以射到银幕上面各部分的光线，几乎没有什么显著的强弱差异，银幕上的画面自然非常清晰。宽银幕有十二三米宽，要是跟普通银幕一样做成平的，那么投射到银幕中部和边缘部分的光线因为通过距离的长短有显著差别，银幕中部光线强，边缘部分光线弱，画面两边就会模糊不清。现在把宽银幕做成向后凹的弧形，就象以等腰三角形顶点为中心，以中线长度为半径画一圆弧一样。在这样的弧形银幕上放映宽银幕电影，银幕上各点跟放映机的距离基本一样，画面就清晰了。

无影灯为什么没有影子？



影子，是大家都熟悉的。大晴天太阳升起来以后，人走在路上，在背着太阳的地上就会出现人的影子。可是，在阴天，虽然也有天然光，人走在路上却不会留下影子，这是为什么呢？



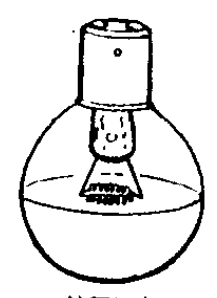
原来，当物体周围各个方向的亮度是一样的时候，这个物体是不会有影子的。如果物体某一方面射来的光特别强，那么在光线较弱的一面就会留下影子。影子，是由于物体周围各方面的光的强度不平衡所造成的。

影子，有时候能帮助我们工作，有时候却给我们带来麻烦。

古时候，影子就是人们的钟表。在北京故宫里，就陈列着这种钟表——日晷〔guǐ〕。它的构造很简单，在石头做的圆盘上直立一根细棒，当有太阳照射时，细棒就在石盘上留下了影子，人们根据影子的位置，就可以知道是什么时间了。

现代，影子在银幕上给我们带来了丰富多彩的电影。在医院里，利用荧光给人体内部疾病所投下的影子，帮助医生看透隐藏在体内的秘密。人们又利用了对物体的不同角度、不同亮度、不同距离所投下的各种影子，进行科学研究。

但是，在有一种情况下，人却不要影子。如果有了影子，反而要碍事。这就是当医生在手术台前为病人动手术的时候，影子不仅会妨碍医生看清病人体内的情况，而且影子的晃动还会打乱医生的视觉，造成手术上的



镜面灯泡

困难。所以影子对外科手术来说，必须消除它。

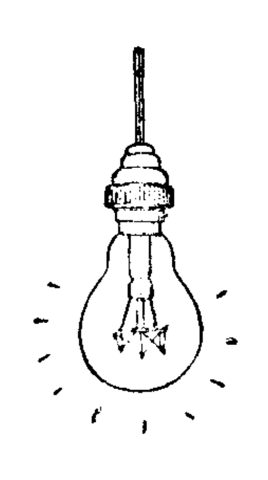
为了保证动手术的地方有足够的亮度，同时又要消灭手术台灯光下的影子，人们制成了没有影子的无影灯。

无影灯的式样较多，大小也不相同，不过照明原理却是一样的。无影灯与一般照明用的灯是完全不相同的，在它的灯罩里装有几个或十几个灯球，每个灯球里装有一个无影灯泡。无影灯泡又叫镜面灯泡，因为在灯泡的下半部内壁上镀了一层铝，这样当灯泡照亮时，泡内的这层铝反光镜，把光反射到灯球上；由于这些灯球排列成环形，灯光就从各个不同位置的灯球上向一点照射，因而形成了一组分散的光线。这光线再通过滤色器照射下来，就好象有许多同样亮度的灯泡，从各个角度照射到手术台上一样，因此成为一种柔和而不眩目的光线，而且在任何情况下都不会形成黑影，同时还能随意控制光的强弱。

在无影灯下，一切物体都不会留下黑影，这和人在阴天的马路上行走，不会留下影子的道理是一样的。

为什么荧光灯比白炽灯省电？

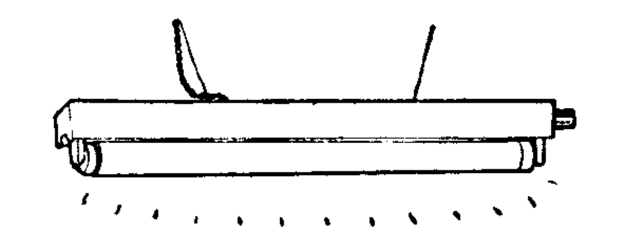
谁都知道，刚出炉的钢水，燃烧着的木柴，会发出眩目的光辉，如果谁一不小心接触了这些发光的物体，它立刻会毫不留情地灼伤你的皮肤。其实不要说是奔流的钢水和燃



烧着的木柴，就是一根烧红了的铅丝或者一根点着的火柴，它们只发着微弱的红光，也都足以烧痛你的手指。

可是带着“火焰”飞舞的萤火虫和夜光表上的光，决不会烧伤你的手。为什么同样都是接触发光的物体，却获得截然不同的结果呢？

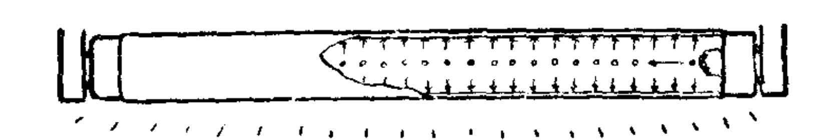
原来物体发光，可以分为“热”和“冷”两种类型。由于物体温度的升高而发生的光，叫做热光，油灯、蜡烛都是“热的”光源；象萤火虫之类是把别的能量变成光，本身温度并不升高，这就是“冷的”光源。



靠近电灯，我们会感觉到热，这说明它是一种热的光源，事实上电灯是电流把灯丝灼热到摄氏 2,500 度左右而发光的，而且其中大约只有 7～8% 的能量变成了可见的光，其余 90% 以上都变成了毫无用处的热以及其它看不见的光线，所以深究起来，电灯可也浪费了不少的电呢！

荧光灯就不同了，你看上去是一根白色的管子，以为它是磨砂玻璃制成的，其实这是一种涂在玻璃上的荧光物质。在荧光灯的管子里，装了一些氩和水银蒸气，当电流通过

时，这些气体就发出了看不见的紫外



线，这些紫外线射到不同的荧光质上，就发出不同颜色的光。日光灯也是一种荧光灯，在日光灯下看纺织、颜料等工业生产出来的产品，不会因为白天或者晚上光线的不同而有所改变，这种灯的温度大约只有摄氏 40 度到 50 度，所以在保持一定温度的车间里，需要装日光灯，而不装一般的白炽灯。

因为荧光灯的温度不高，向周围散热很少，所以它耗电比炽热电灯少。它发光的效率大约是白炽灯的 4 倍，使用寿命大约是白炽灯的 7～10 倍。

为什么荧光灯要用镇流器和启动器？

提起荧光灯（日光灯），人们都会说："它比白炽灯泡亮、省电。"

因为荧光灯的发光效率，大约为白炽灯的四倍，也就是说，四只 40 瓦白炽灯泡发出的光，才和一支 40 瓦荧光灯发出的光差不多。再加上荧光灯的光色接近自然日光、柔和、光照范围大，光线均匀，使用寿命很长等优点，就使得荧光灯越来越受人们欢迎。纺织、电子、仪表等工业和日常生活中，都广泛采用了荧光灯照明。在我们中小学里，凡有条

件的都装置了荧光灯，以保护青少年的视力。

可是，用荧光灯不象白炽灯泡那么简单，必须要配上镇流器和启动器这两个附件，经过连接后才能使用，而且开关接通后，得耽上一两秒钟才跳亮。

为什么荧光灯一定要用镇流器和启动器呢？

我们知道，荧光灯也是一种气体放电的灯，在它的玻璃管中间充有稀薄的惰性气体和极少量的水银，玻璃管内壁涂着一层薄而均匀的荧光粉，灯管两端是两只灯丝。灯丝发热就能发射出电子，这时如果在灯管两端加上一个高电压，就使得电流通过稀薄气体，形成气体放电，而产生一种紫外线；荧光粉在紫外线的作用下，就激发出光来。荧光灯中的气体放电，有一种奇怪的特性，就是通过灯管的电流越大，灯管上的电压就越小。这种特性（负特性），促使荧光灯在使用时必须串联一只限流器，以防止灯管电流越来越大，同时，使气体放电稳定下来。可见要荧光灯点亮并稳定地工作，必须具备三个条件：

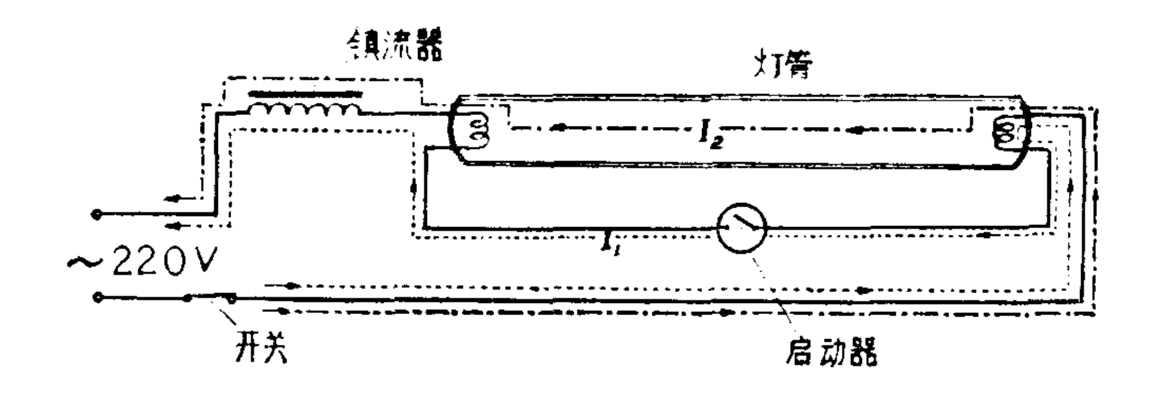
一、使灯管两端的灯丝发热，并发射电子。

二、有一个高电压，使灯管形成气体放电。

三、有一个限流器，使灯管气体放电稳定下来。

实际上，这就是镇流器和启动器所起的三个作用。

我们再看一看荧光灯是怎样工作的：当合上电源开关时，启动器就让电流 I_1 通过约 1～3 秒钟，立即断开，这样

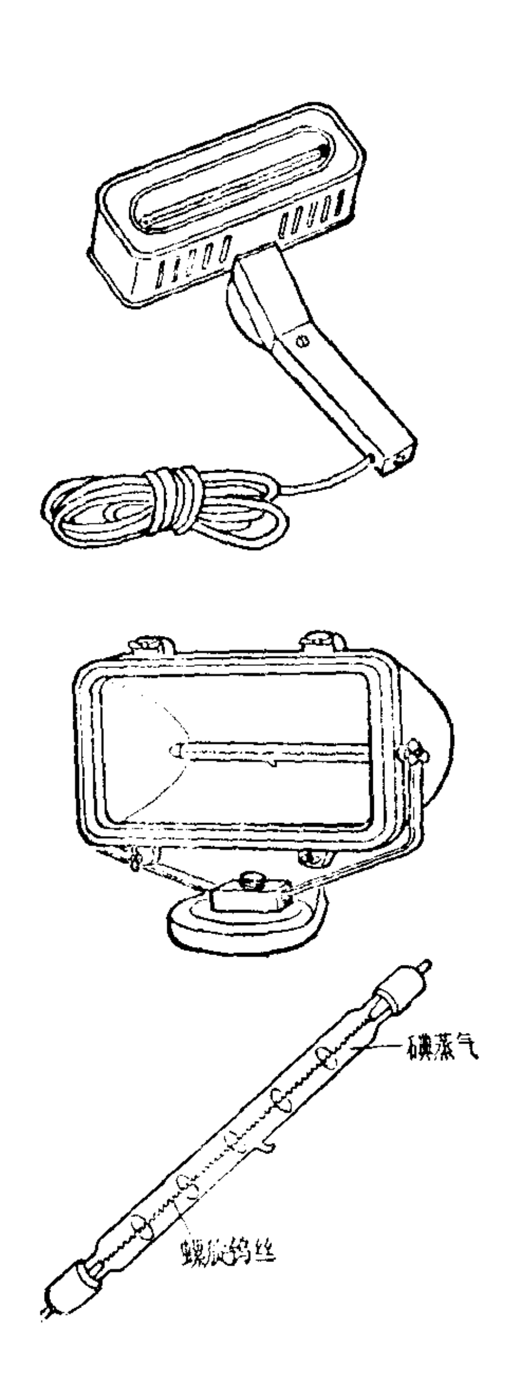


I_1 经过镇流器和两只灯丝，灯丝发热后发射电子。在启动器断开时，镇流器两端就感应出高电压，使荧光灯发生气体放电（电流为 I_2），这个电流 I_2 流过镇流器，使放电稳定下来，这时荧光灯就发出光亮而柔和的白光了。

那么，荧光灯能不能不用镇流器和启动器呢？

能。目前有一种新型的荧光灯，既不用镇流器，也不要启动器，当然价格也便宜多了。它是采用较短的管形，使灯管在 220 伏电压下，能直接启动而省去了启动器；再采用管子外壁喷涂透明导电层（四氯化锡）用来限流，因此也就省去了外接笨重的镇流器，电极从单面引出，这样就可以采用灯泡灯头，使用起来就和灯泡一样方便。不过，目前这种新型荧光灯的功率较小，光效比一般荧光灯低，但只要我们按毛主席所指出的“**打破洋框框，走自己工业发展道路**”去做，大功率的、不用镇流器和启动器的新型荧光灯，也肯定可以造出来！

为什么碘钨灯、溴钨灯的体积小，亮度大，寿命长？



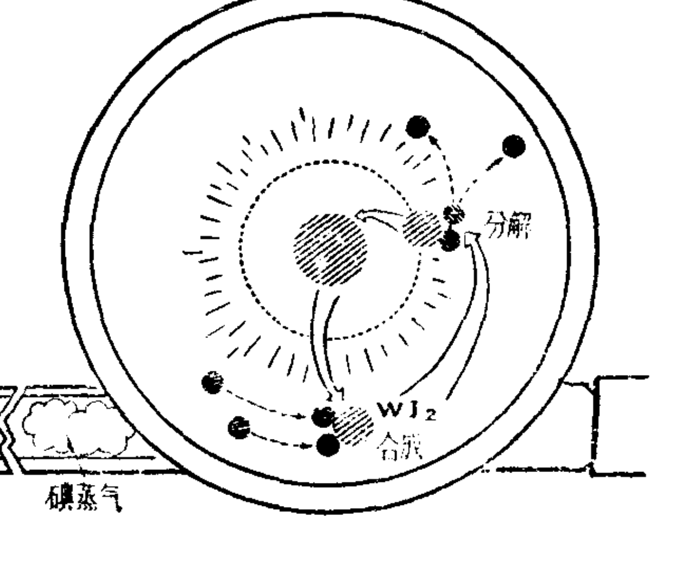
用电灯来照明，已经有几十年的历史了。在这几十年里，人们为了提高电灯的亮度，作了许多研究和改进，才做成了现在常用的充气钨丝灯泡。这种灯泡虽然很亮，但是用的日子久了，玻璃泡会渐渐变黑，影响亮度。这是由于钨丝达到白炽发光的时候，灯丝表面的钨会逐渐蒸发，跑到玻璃泡上，使灯泡变黑了。同时，钨丝也越来越细，最后断掉，就结束了它的生命。

这种灯泡在 20 世纪 30 年代定型以后，二三十年间几乎没有什么新的发展了。那么能不能消除灯泡发黑的现象呢？

人们又做了一些研究，终于在1959年底制出了充碘的白炽灯，简称碘钨灯。碘钨灯不仅比普通电灯泡的体积小，亮度大，而且寿命也长得多了。

碘钨灯不是呈球形的，一只1,000瓦的碘钨灯，它的样子象支铅笔，灯管是用石英做成的，这样管内的温度可以保持在摄氏250度以上。因为碘在摄氏250度至1,200度时，会跟蒸发出来的钨化合成碘化钨。碘化钨的性质是不稳定的，当它一靠近高温（摄氏1,400度以上）的灯丝时，立刻分解成碘和钨，这样就把蒸发出来的钨送回到灯丝上了，而碘又跑到离灯丝较远的地方，与蒸发出来的钨又化合成碘化钨，再把钨送回灯丝。这种"碘钨循环"无止境地进行着。碘在灯管里，就象个运输兵，它不断地把蒸发出来的钨送到灯丝上，这样，灯壁上不会有钨沉淀，因此消除了灯壁发黑的现象。

碘钨灯不仅体积小，因为有了碘做运输兵，灯丝的温度也能够提高了，所以亮度也大多了。一只1,000瓦的碘钨灯约相当于5,000瓦的普通灯泡的亮度，它的耗电和灯本身的



费用却比普通灯泡少，而且它的亮度是始终不变的。

正由于有了碘的帮助，碘钨灯的钨丝就不容易烧断了，在发光效率比普通灯泡高的条件下，它的寿命也比普通灯泡长一倍以上。

碘钨灯的出现，是灯泡发展史上的一个重大创新。它的用途很广泛，除了可以用来照明飞机场的跑道、球场、广场、车间、街道、剧院舞台以外，还能用于电影棚摄影、电视摄影等，既轻便，又安全，效果又好。还有用红外线加热和干燥的地方，装置碘钨灯的效果也很好，因为碘钨灯的灯管是石英做的，石英透射红外线的能力很高，它辐射出来的热量很大，可以使物体烘干得又快又好。

碘属于卤族元素，所以我们也称为卤素灯。碘钨灯制造成功以后，人们就必然会去试制其它卤素灯。目前，我国许多工厂和单位正在从事这方面的试制工作，并且已取得了一定的成绩，其中以溴钨灯的效果为最好。溴也是卤族元素，它的化学性质比碘还要活泼，用它制成白炽灯，无论是光效方面和使用寿命方面，都超过了碘钨灯。碘钨灯要水平放置，溴钨灯则不必考虑这一点，可以做成球状。但它的工作原理和碘钨灯是一样的，就是以“溴钨循环”代替了“碘钨循环”。不过由于溴比碘还要活泼，它不但能把灯管上的钨“搬”到灯丝上去，还会把支架上的钨也“搬”到灯丝上去，也就是说它会腐蚀支架。因此，在溴钨灯中不充纯

溴，而是充溴的化合物，如溴化氢、溴化铵或溴仿等。

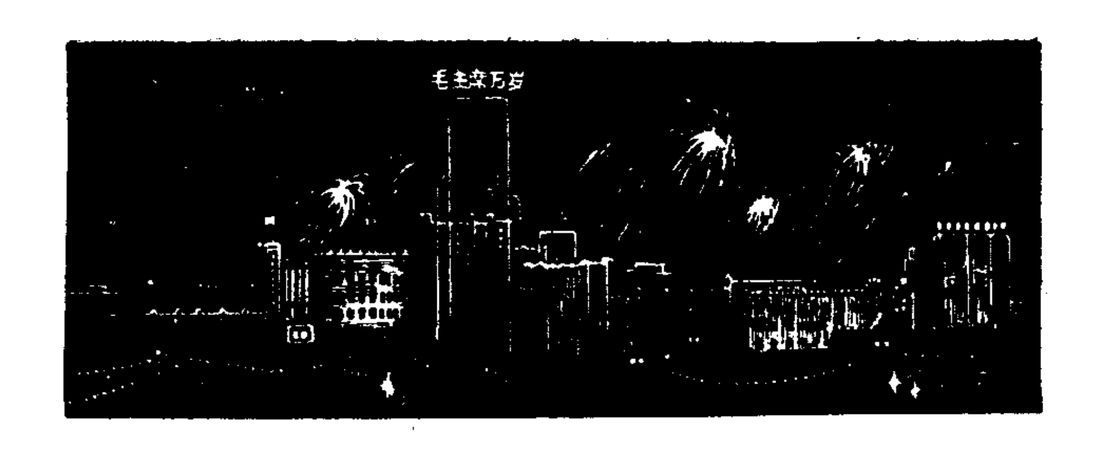
为了更进一步提高白炽灯的发光效率，目前我国有关部门正在试制一种比钨更好的材料——碳化锆，来作为灯丝。我们伟大领袖毛主席教导我们："**中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。**"我们相信，在不远的将来，这种新型的灯丝一定能试制成功，为人类作出新的贡献。

霓虹灯为什么五光十色？

节日夜晚，我们祖国许多城市的高大建筑物上，到处闪耀着红色的大幅标语："**中国共产党万岁！**""**毛主席万岁！**"以及用彩色霓虹灯做成的钢水、棉花、稻谷等，体现社会主义建设飞跃发展的图象。

霓虹灯为什么会如此色彩缤纷、鲜艳夺目呢？其实，霓虹灯也是一种气体放电光源。

原来气体和固体、液体一样，气体分子也是由原子组成，原子是由一个带正电荷的原子核和环绕着核以高速旋转的电子所组成。不同的元素，环绕核旋转的电子数也就不同。有意思的是，每个电子的绕核旋转必须在一些"规定"的轨道上进行，就象火车只能在指定的路线上运行一样，这些轨道是以离原子核的距离远近来划分的，轨道离核越近



电子所具有的能量越低，离核越远则能量越高，在正常状态下，电子总是乐于在离核最近即能量最低的轨道上运行的。

在霓虹灯中充有少量的气体，当接通电源，并将电流限制在较小的数值后，电能就把原来处于离核近的低能轨道上的电子激发到离核较远的高能量轨道上去；但是处于高能轨道上的电子是不稳定的，它不安心于在高能轨道上运行，会很快自动地跳回到原来的轨道上，而把受激发时从电源中获得的能量以电磁波辐射的形式释放出来，电磁波的频率决定于所释放的能量大小，能量越大频率越高。我们知道可见光也是在一定频率范围内的电磁波，所以当气体原子辐射出来的电磁波其频率处在可见光的范围内，那么我们的肉眼就能看到某种颜色的辉光。霓虹灯就点亮了。

对不同种类的气体，原子的结构是不同的，“规定”电子通行所在的轨道是不同的，也就是电子可能具有的能量是不同的，那么电子受激发后跳回到原来轨道上去时释放出来的能量也是不同的，相对应的辐射电磁波频率也就不同，

从我们看来就是辉光的颜色各不相同了。例如氖气的辉光是红色的，氩气的辉光是紫色的，水银蒸汽的辉光是灰绿色的，水银中混合了氖气和氩气的辉光是天蓝色的等等。还可以在灯管玻璃壁上，涂上荧光物质来得到更多种的颜色。例如将蓝色的荧光粉涂在玻璃管的内壁上，管内充进氖气，就成了粉红色的霓虹灯了。如果在涂了蓝色荧光粉的灯管中，充入氩气和水银，霓虹灯的颜色就是鲜蓝的。在涂有绿色荧光粉的灯管中充入氖气就成为橘红色；如果把氖气改成氩气和水银，它就摇身一变，成为绿色霓虹灯了。

这样，只要选择适当的气体，适当的荧光粉，及弯制成需要形状的灯管，就能做成发出各种颜色辉光和各种图形的霓虹灯了。

随着我国社会主义建设的迅速发展，国防工业、科学研究和生产斗争，大量应用电子仪器，而电子仪器中的指示灯和数字显示管，也有很多是利用与上述霓虹灯同一形式的气体放电所制成的器件。气体放电正在作出十分出色的贡献。

黑光灯为什么能诱杀害虫？

黑光灯，这个名字初听起来会使人感到别扭，既然是灯，怎么灯光是黑的呢？

实际上这个责任要我们的眼睛来负担，因为黑光灯并不是不会发光的灯，相反它的发光效率比我们熟悉的白炽灯要高得多，只不过它发出的光的频率比较高，已在可见的范围之外，是紫外光线，所以我们的肉眼就没有本领察觉它，于是就给它取了黑光灯这个名字，当然，这样的灯不是用来普通照明用的。

可是，黑光灯的作用可大哩！原来昆虫的眼睛能感到的光线的频率范围与人的眼睛不同，也就是对昆虫来说，它们的“可见光”范围与我们的可见光范围是不同的，已经证实昆虫对频率越低的光线，譬如红光的感觉是很麻木的，而对频率越高的光线譬如蓝光、紫光，尤其是紫外光线的感觉特别敏感。昆虫的趋光性是众所周知的，昆虫的趋光性随着光线频率的增高而越强烈。利用昆虫的这种特性，黑光灯就大有用武之地了。黑光灯强烈的紫外辐射，正好成为大量诱集昆虫的光源。夜间只要我们在田间安装好黑光灯，并在灯底下放一只盛有极毒药品的瓶子，那么在黑光灯发出的紫外线的引诱下，使有大量的昆虫从四面八方飞来，把它们消灭。在虫害严重的季节，每盏黑光灯的诱虫范围可达 200 米以上，一夜可诱杀



数以万计的害虫，可见其威力之大。

黑光灯的发光原理实际上跟日光灯是一样的，不过黑光灯的灯管内壁不必涂上荧光物质。但是不涂荧光物质的日光灯不能算黑光灯，因为普通玻璃对紫外光线并不是完全透明的，会吸收很大一部分，而使紫外线输出大大减弱。所以必须用特殊的紫外线玻璃或石英玻璃来做黑光灯才行。

近年来，我国工人阶级已经生产了很多黑光灯，有力地支援了贫下中农跟虫害作斗争，很受广大贫下中农欢迎，他们称黑光灯是"一增三省灯"（增加粮食、省人工、省成本、省农药）。

为什么高压水银荧光灯是慢慢亮起来的？

高压水银荧光灯，早在六十年代初我国已经开始生产，现在全国许多地方都能看到它，已经是一种比较普遍的灯泡。

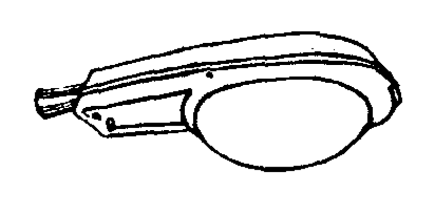
大家知道，平常见到的荧光灯（又叫日光灯）是一种比白炽电灯要省电的灯。高压水银荧光灯也是一种省电的灯。省电的意思，就是说一盏高压水银荧光灯，比同功率的白炽

电灯发出的光要多。

高压水银荧光灯是由荧光泡壳与高压水银灯两部分组成的。从外面看上去，高压水银荧光灯是一个白色的不透明的灯泡，这是一个玻璃壳，内表面涂上一层很薄的荧光粉，所以又叫荧光泡壳。在这个荧光泡壳里的中心，就装有一个高压水银灯，光线就是靠这个高压水银灯在通电后放电产生的。高压水银灯产生很强的可见光和很强的紫外光。可惜它的可见光与太阳光不同。大家知道，太阳光是由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七色组成，照在物体上看上去颜色很丰富很自然。而高压水银灯发出的光线与太阳光比较，缺少很多颜色；特别是根本没有红色。因而高压水银灯的光线极不自然，照在物体上，看上去觉得发青发紫，非常不舒服。为了达到照明的目的，必须进行改进高压水银灯的光色。那个荧光泡壳就是为完成这个目的而设置的。高压水银灯发出的强烈的紫外线，一部分照在荧光泡壳的荧光粉上，使看不见的紫外光转变为看得见的红色光线，红色光线同黄、橙等光线加在一起，就变为较自然的白色光线，照在物体上就比较舒服了。

我们平时看到的低压水银灯，象日光灯、紫外线杀菌灯等，都是开亮后没有再亮起来的过程，而为什么高压水银荧光灯却是慢慢亮起来呢？这个现象是高压水银灯的特性。

高压水银灯的体积很小，象400瓦高压水银灯只不过象手指那么大小。当高



压水银灯加上电压，由于里面充入的惰性气体的作用就开始放电，发出暗淡光线。由于放电发光，水银灯温度大大增高，使灯里面的水银由液体逐渐蒸发为汽体，灯里的气压增加，发出的光线也随着变亮。灯越亮，产生的温度越高，里面的水银气压则不断增高，灯也逐渐增亮。最后，当灯里面的水银全部蒸发为汽体后，亮度就稳定了，高压水银灯从暗淡到亮足，大约要经过3～5分钟，所以我们看到的高压水银荧光灯总是慢慢地亮起来的。低压水银灯象紫外线杀菌灯、日光灯，它们的体积大，灯开始放电发光后温度增高不十分明显，里面的水银蒸汽压力也没有多大增高，所以看不出是逐渐亮起来的。



目前，高压水银荧光灯里水银蒸汽的压力，一般是3个大气压，所以是比较高的。你可能会问，如果我们在水银灯里面放进更多的水银，使水银蒸汽的压力更高，那不是灯更亮了吗？这个问题很有意思。

事实上在我国工业生产、科学实验的某些方面，已经应用了水银蒸汽压力更高的灯，达十几个或几十个大气压力，甚至更高。这种灯叫做超高压水银灯，里面放入了更多的水银。这种超高压水银灯在放电后产生的光线，是逐渐亮起来的，与高压水银灯一样。不过，超高压水银灯在亮足之后发出的光线，比高压水银荧光灯要更近似于太阳光，不需要荧光粉来改善，照在物体上，看上去光色很自然。

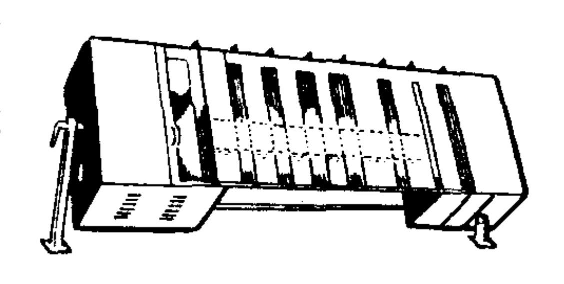
为什么称氙灯为小太阳？

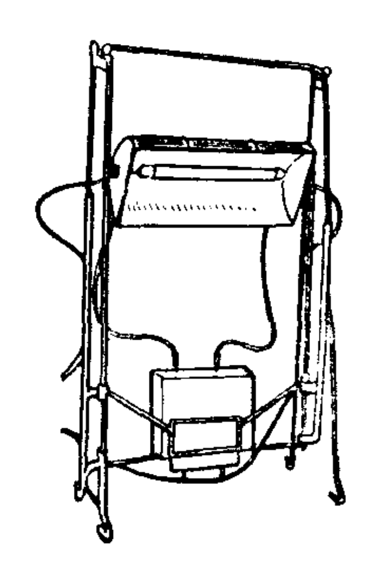
六十年代初，一些资本主义国家的所谓"专家"、"工程师"们大肆吹嘘，声称他们制成了世界上功率最大的电灯，并互相竞争，勾心斗角。它们把这种灯说得神乎其神，高不可攀。

我们伟大的领袖毛主席教导我们："**中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。**"中国工人阶级哪能容忍这些帝、修、反的小丑如此气焰嚣张！上海一位吹玻璃瓶出身的工人，高举毛泽东思想伟大红旗，用十分简陋的设备条件，发扬了"**一不怕苦，二不怕死**"的革命精神，在同志们的大力协作下，经多次摸索试验，终于很快地使这种灯在我们伟大的社会主义祖国上空大放光芒！

这种灯就是大功率氙灯。

提高灯内的气体压力，并增大放电电流，就能使发光强度大为增加，发光颜色也随之改善。但是我们也不能无限止地提高气压与加大电流，因为这会给灯的制造带来越来越大的困难。于是人们又从其他方面探索，知道气体分子的结构，对于气体放电时电磁波辐射的强度和频率范围有很大关系；分子结构越复杂，气体的密度越大，则辐射越强，频率范围越广。这样便采用原子量最大、核外电子最多，因而使电子运转所“规定”的轨道更多、更复杂的惰性气体——氙气，来做气体放电灯，这种灯即使在不很高的压强下，也能提供极大的发光强度和最接近日光的发光颜色。跟其它光源比较起来，氙灯能较容易地做到很大的功率，从几千瓦、几万瓦，直到几十万瓦，这样大的功率对其它光源来说是难以想象的，又因为氙灯的发光效率比白炽灯和碘钨灯都高，所以它发出的光线是极其强大的，光线的颜色又非常接近自然日光，这些优点正是其它光源望尘莫及的。这就无怪乎人们都夸它为小太阳了。





小太阳的功率很大，但是它的体积

却不大，一支功率为二万瓦的氙灯，并不比一支四十瓦的日光灯大多少，所以能比较方便地安装在广场、港口、大型工地、体育场和高大建筑物的上空，以它强大而均匀的日光色光线，使整个地区照得如同白昼一样。

目前世界上还只有少数国家能制造氙灯，这是因为制造氙灯除了要求比较严格的工艺之外，还需要很多不平常的材料，如高纯度的氙气，具有良好的发射电子本领的耐高温电极材料，和高质量的石英玻璃管等等。我国早就能够全部用国产原材料，大批生产各种规格的氙灯，满足日益发展的社会主义建设的需要和支援世界革命，为社会主义祖国争光。

杀菌灯为什么能消毒？

近代，在生物学、医学等部门，正日益广泛地使用紫外线杀菌灯进行杀菌消毒。通常说的紫外线杀菌灯，是一种低压汞气灯。它在通电发光时，眼睛可见的是淡弱的紫蓝光，大量的是不可见的紫外线。其中最强的一条紫外线的波长是 2,537 埃（1 埃等于一亿分之一厘米），其次是 3,650 埃，其余都很弱。杀菌主要是 2,537 埃的作用。

紫外线就其本质来说，和无线电波没有什么区别，都是电磁波，不过波长要短得多。譬如上海人民广播电台发射

的990千周无线电波，它的波长为3×10^{4}厘米，而紫外线的波长短于0.4×10^{-4}厘米，两者相比，后者只有前者的十亿分之一。

人们常说，太阳光由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七色组成，这只是就人眼可见的光而言，此外太阳还有一个红外线和一个紫外线。强烈的阳光照射会使人的皮肤变黑，这是紫外线的作用；冬天晒棉被，是一种良好的卫生习惯，既利用阳光中的可见光和红外线取暖，又利用了紫外线杀菌消毒。

一定量的紫外线照射，是人体健康所不可缺的。长期工作在矿井中的矿工，每天都要定时照射，小孩长期不接触阳光中的紫外线，就易得软骨病，但是，量变引起质变，过量的紫外线照射，会使人的皮肤遭受严重的灼伤，这表明了紫外线对生物机体有破坏作用，也正是这种作用被用来进行杀菌消毒。

紫外线的杀菌有直接的和间接的两种。前一种是菌体遭到紫外线的照射，蛋白质受破坏而伤命，后一种是紫外线引起大气中氧气的电离，产生臭氧，通过臭氧去杀伤细菌。紫外线对多种细菌都能杀害，就杀菌能力而言，波长较短的紫外线有较强的杀菌能力，所以，2,537埃的杀菌能力比3,650埃高得多。

紫外线消毒比起用化学物品消毒来，不仅使用方便，而

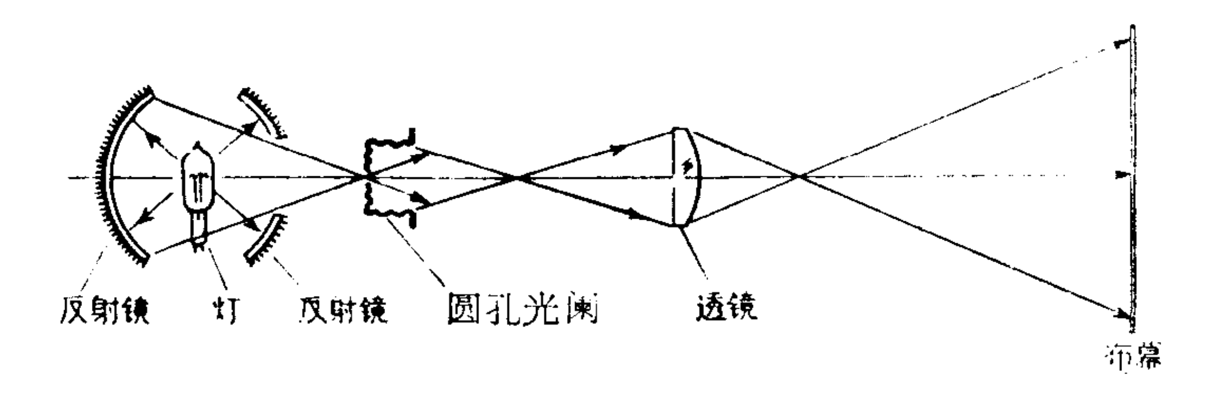
且不必考虑物品的沾染，用来进行空气消毒尤为适宜，可应用在医院手术室的消毒，和用在生物研究创造无菌室，如制造九二〇农药，就需要无菌室。目前，我们国家正在利用紫外线来消毒饮水，代替自来水用化学物品消毒，这对备战也很有意义。

解放前，我国连白炽灯也不能自制，而只有什么“亚浦耳”、“华德”那些洋牌灯泡，更不用说自制紫外线杀菌灯了。解放后，在党和毛主席的英明领导下，我国的光源事业和工农业生产一样有了飞跃的发展，新光源层出不穷。现在，我国各个部门需要的杀菌灯，完全可以自给，这是毛主席的“**独立自主、自力更生**”方针的伟大胜利。毛泽东思想的阳光就是能“**扫除一切害人虫，全无敌**”！

为什么追光灯能自动跟踪演员进行照明？

你一定在剧场里看到过打光灯，这些灯有的悬挂在舞台的对面，有的悬挂在舞台左右两侧的上部，演出时，由人工进行操作，根据剧情和效果的需要进行打光。过去，那些照明舞台用的打光灯，采用的是白炽灯泡，因此体积大，又很笨重，操作起来不方便。

现在，不论拍电影还是舞台演出，经常要一种灯，这种灯能投射出一束由无数光线组成的圆形光面，这叫做光斑。它跟随演员形影不离，使演员、光斑和影子构成一幅壮丽的画面，从而突出英雄人物形象，展示了英雄人物崇高的精神面貌。这种灯叫做追光灯。现在追光灯一般采用的是高功率的溴钨灯泡，它的亮度很强，因此，可以制造得小巧轻便一些，携带、操作起来比较方便。然而要构成清晰的光斑，主要是通过反射镜、透镜和光阑的作用。当强烈的溴钨灯照射到两面反射镜时，光线则被反射镜全部聚合在前端的圆孔光阑附近。圆孔光阑是一块金属平板，中间有一个可以自动调节光圈的圆孔。聚合的光线就是通过圆孔，组成圆形光斑，最后经过透镜成象到舞台上。光斑中间明亮，边缘清晰，很象我们看到的月亮，但比月亮大得多。根据演出需要，只要调节光阑上的光圈，就可以得到大小不一的光斑。目前，追光灯是由人工操作来追随演员；今后，我们可以制成自动追光灯：在演员身上装一个微波发生器，追光灯



上装有微波接收器；当微波接收器得到来自微波发生器的微波后，即由微波变成的电能带动追光灯的机械部分，追光灯就可自动跟踪演员了。

为了更好的宣传毛泽东思想，追光灯已为《红灯记》、《红色娘子军》、《白毛女》等革命样板戏所采用，从而获得了更好的演出效果。

夏天，自行车胎为什么气不能打得太足？

夏天，自行车在马路上急驰的时候，忽然"啪"的一声，车胎爆破了。

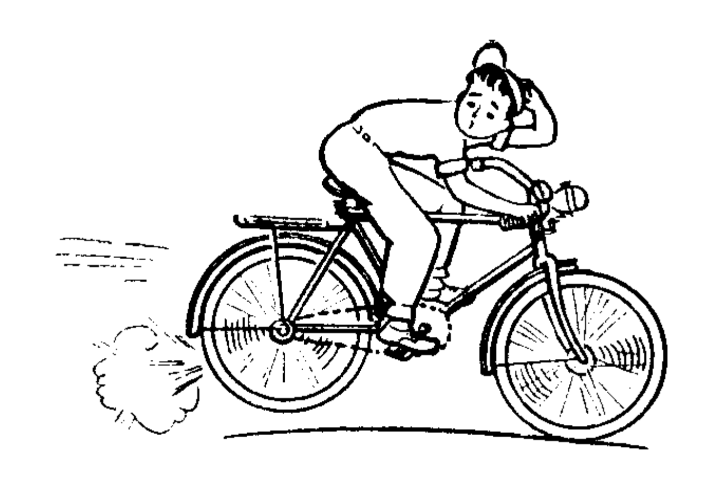
这对骑车人来说是很麻烦的。因为他不能再骑在车上了。而且，必须要把它推到自行车修理站去修补一番。

如果这位骑车人知道空气膨胀的道理，他一定会设法避免这样的事故。

夏天，不但空气很热，就是地面也被太阳烤得很热。车胎里的空气受热膨胀后，它不断地冲击着车胎，想跑出去玩玩。如果恰巧碰到这个车胎里的空气打得太足，或者车胎有薄弱的地方，那么它就会一拥而出，把车胎挤破。

还有，夏天的早晨和中午，室内和室外的温度相差很

大。你早上在家把车胎里的气打得太足，骑到马路上一跑，车胎里的空气受热膨胀了，更急着要找条路跑出来，最后只得把车胎挤破了。

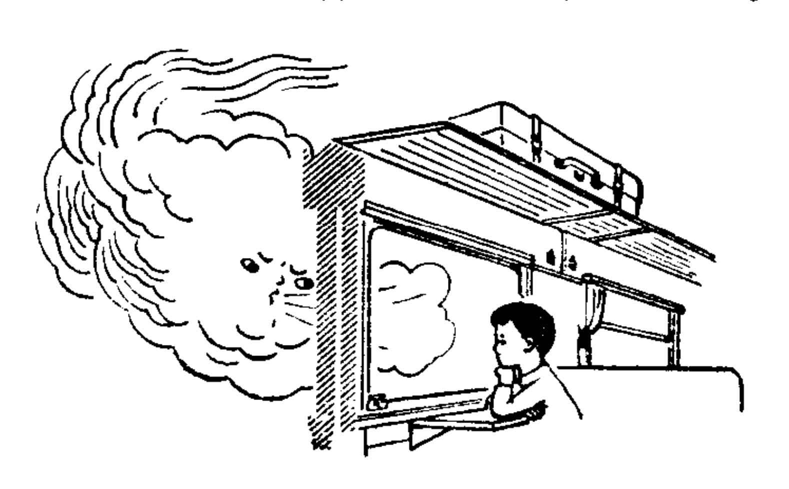


所以，在炎热的夏天，你千万不要把车胎里的气打得过分胀鼓鼓的。

火车上为什么要装两层玻璃窗？

火车车厢的玻璃窗总是两层的，因为，如果只有一层玻璃窗，这层玻璃就成了冷空气和热空气的分隔物，它的温度可以降低到跟外面的冷空气差不多，车厢内空气里多余的水汽就要在玻璃上凝成霜、露，影响玻璃的透明性。

虽然玻璃窗的缝隙很小，小风仍旧会从窗缝里源源不绝地钻进来，这样，车厢内要受到冷风。同时车厢里的热量也容易外散，降低了车厢内的温度。



装了两层玻璃窗子，就找来了一个可靠的保暖的伙伴，那就是空气。

空气是不易传热的，用空气来做个隔层，车厢好象穿了一件棉衣，外层玻璃虽已很冷，内层玻璃还可以很暖，这就不容易受到外面冷空气的侵袭了。

除了车厢以外，在北方，为了保暖，房屋的窗子也常用两层玻璃窗。

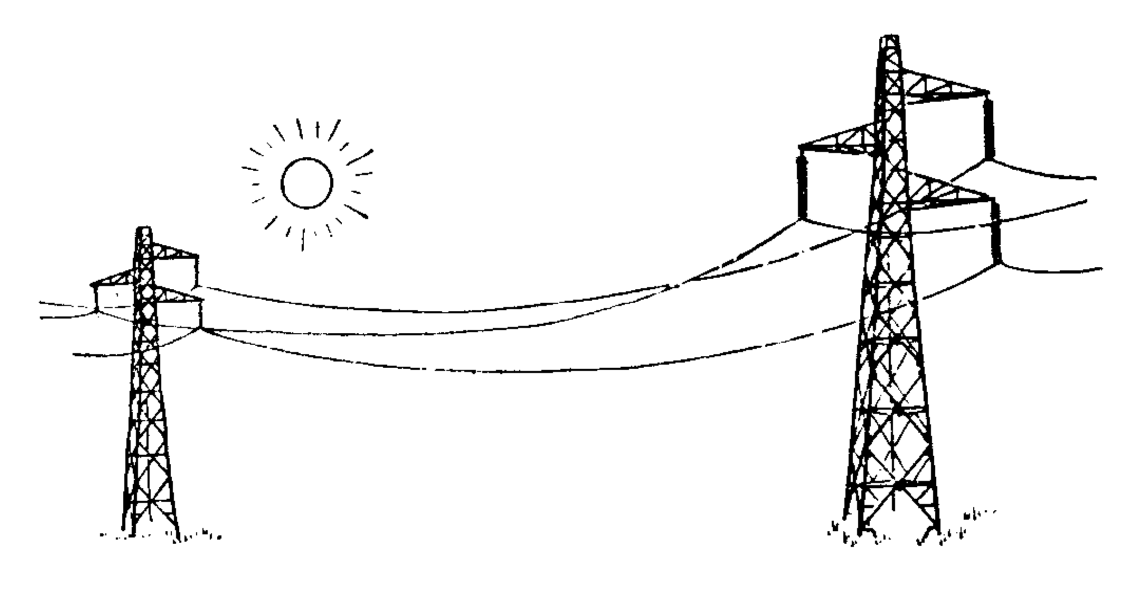
高压输电线为什么不能绷得太紧？

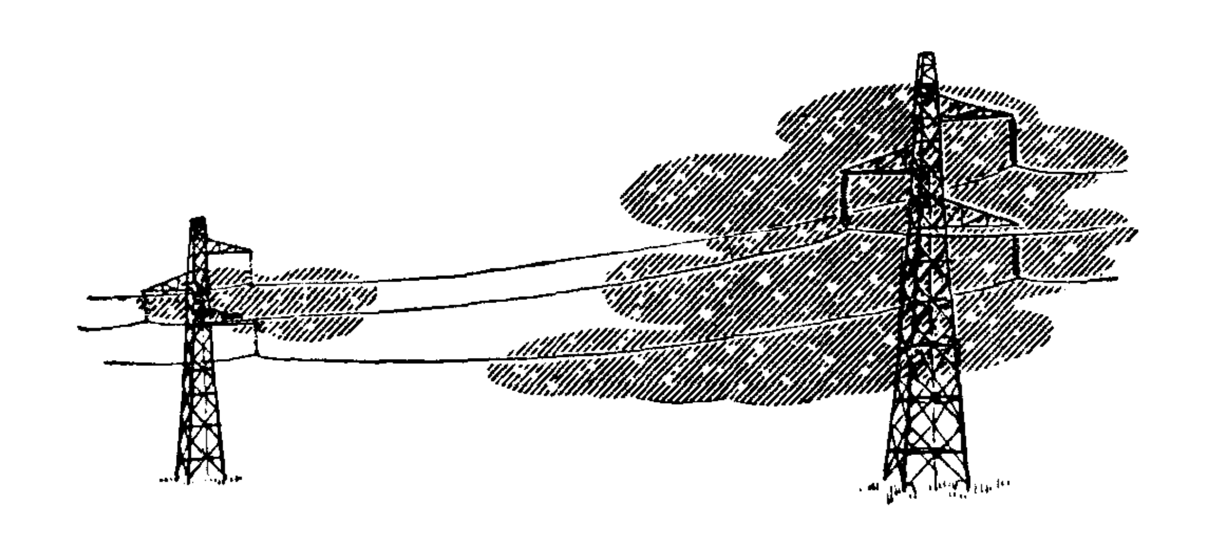
你看见过高压输电线吗？你恐怕会提出疑问：为什么这种电线绷得这么松？把它拉得紧些，不是既美观，而且还能节省很多电线吗？

如果照你的想法去做，那么一到冬天，很多电线就会断掉。

怎么会发生这种事呢？

原来电线也有热胀冷缩的特性。实验证明：每 100 米





的电线，在温度每增加摄氏1度的情况下，大约会伸长1.5毫米。温度越升高，电线就伸得越长；反之，温度越降低，它就缩得越短。如果电线绷得太紧，它没有伸缩的余地，天一冷，就会绷断。

同时，电线本身有重量，空气中有很多水蒸气，水蒸气遇冷，就结成霜和冰壳附在电线上，增加电线的重量。如果电线绷得太紧，也容易被冰霜压断。

为什么薄的玻璃杯不容易爆破，厚的容易爆破？

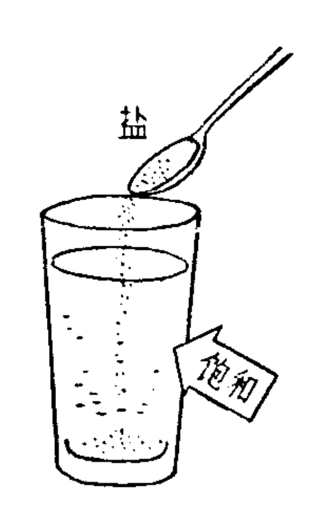
冬天冲开水的时候，玻璃杯往往容易爆破，真是一件麻烦事。

你不要以为用厚玻璃杯可以避免这样的意外，事情恰恰相反，越是厚的玻璃杯，越容易爆破。爆破的原因在哪



里？这是由于玻璃膨胀不均匀的结果。当开水冲到杯子里的时候，杯

们吃东西，饱了，再吃不下去了。水不再能够溶解盐，也是因为水吃足了盐，再吃不下去了，书上把这种现象叫做“饱和”。



空气在容纳水蒸气方面也有相似的性质。在一定范围内的空气，只能容纳一定数量的水蒸气，达到“饱和”以后，再也不能增加了。空气在热的时候“胃口”大些，能多容纳些水蒸气，冷的时候“胃口”小些，能容纳的水蒸气也少些。

我们呼出的气体中，总有不少水蒸气。天热的时候，周围空气的“胃口”大，呼出的水蒸气立刻就被空气“吃”掉了，所以看不出来；到了冬天，空气的“胃口”小了，我们呼出来的水蒸气，只有一小部分被空气“吃”掉，大部分凝结成雾状的小水珠，经光线照射，就变成了白色的水汽。

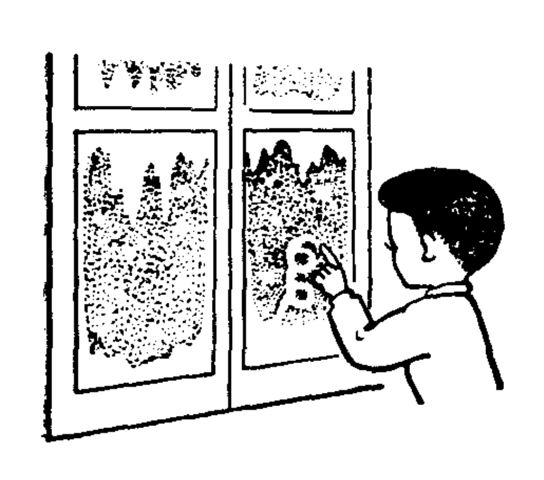


夏天里，空气也有“吃”不下水蒸气的时候，比如水烧到滚滚开的时候，水壶里就喷出大量水蒸气，空气一时容纳不下，也有一部分就变成了白气。

冬天，在暖和教室的玻璃窗上，为什么会“出汗”或结冰？

冬天，外面是北风凛冽，冰天雪地，在门窗紧闭着的教室里却很暖和，教室里大家都在上课，但每个人也都在通过呼吸和皮肤表面向室内空气输送着水蒸气，时间愈久，房间里的水蒸气也愈多。

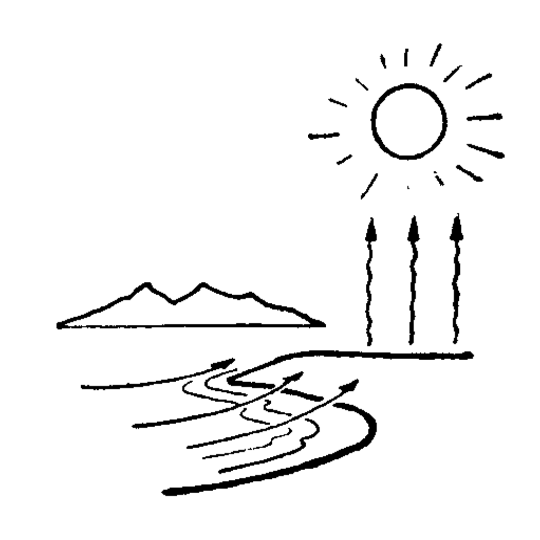
虽然教室里有很多水蒸气，由于室内空气比较暖，水蒸气不会凝成水珠。但是，玻璃窗受到了室外低温的影响，温度却很低，当室内空气和它接触时，空气里所包含的水汽就有一部分在玻璃上凝成了小水珠。这就是我们看到的玻璃窗在“出汗”，其实，这正是我们呼出的和蒸发出来的水汽呢！有时候，如果室外的温度很低，玻璃窗上的汗珠还会结成白色的冰花呢！



火焰为什么总是向上？

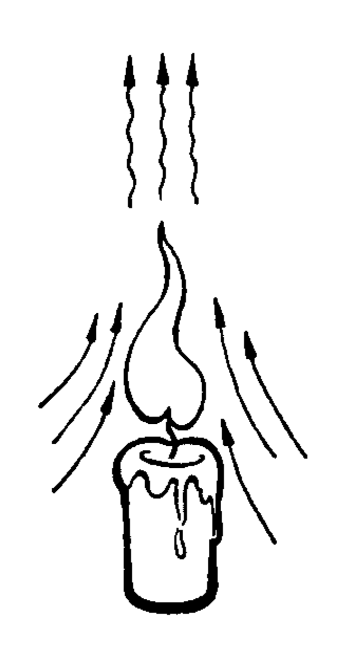
大大小小的风，都是太阳照射的结果。我们知道，在地

面附近 10 公里左右的高度内，厚厚地覆盖着一层空气（对流层）。在阳光的照射下，海洋上空与陆地上空的空气冷热程度是不一样的，假如你取同样体积、不同温度的空气来称一下，就会发现热空气比冷空气要轻一些。正是由于这个缘故，所以温度较高的热空气就会从地面向天空升起；当四周冷空气流过来补充的时候，就形成了我们天天所遇到的风。



正因为热空气比冷空气轻，热空气总是向上升，所以人们在烧水煮饭的时候，总是把水壶或锅子放在火的上面。

明白了热空气轻而上升的道理，你就懂得为什么火焰总是向上的缘故了。很明显，在火焰周围的空气是比较热的，热空气一上升，四周的冷空气就流过来补充，因此就形成了燃着的火焰总是熊熊向上。



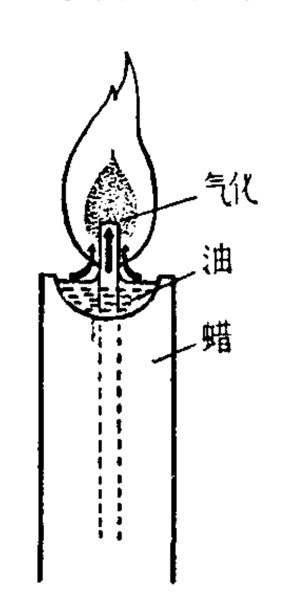
现在你大概可以明白教室里的气窗为什么开得较高的道理了。假如你能留意一下，还可以发现不少公共汽车的气窗，甚至是开在车顶上的呢！



为什么蜡烛没有芯不会燃烧?

为了帮助我们认识这个问题，不妨做个极为有趣的实验。你吹灭一支蜡烛，就能看到蜡烛芯上有烟冒出来。这时候，你小心地划燃一根火柴，去接触这缕袅袅上升的青烟，只听“啪”的一声，一条长长的火舌穿过火柴和烛芯之间，迅速地扑向烛芯，吹灭了的蜡烛又被点燃了。原来，这缕青烟是固体的烛油变成的气体，也正是这股烛油气体才构成蜡烛的火焰。蜡烛能着火发光，关键就在于怎样叫固态烛油变成液态烛油、再化为气态而熊熊燃烧。

我们点蜡烛的时候，总是把蜡烛倾斜着，用火去点烛芯。为什么要把蜡烛倾斜呢？为的是使烛芯周围的烛油预先融化，使它在很短的时间里形成足够的可燃气体，以供燃点。点燃之后，融化了的液态烛油借烛芯的毛细管作用。源源不断地爬上芯端，在烛焰的热力作用下气化燃烧。另一方面，烛焰的热力又加热着固态烛油，使它不断融化来供应燃烧的需要。这样，烛芯就在固、液、气三态之间起着核心、桥梁的作用，使蜡烛能够稳定地燃烧，为人们大放光明。



请想，要是蜡烛没有烛芯，情景将会变

得怎样呢？即使固态烛油可以变成液态烛油，由于没有一个核心支柱，就不可能叫大片的烛油气化燃烧，除非借用外界的热源。假若真的借用外界的热源来气化烛油的话，那么在同一时刻里，将会有大量烛油气化燃烧，这样不仅烛油耗用量很大，更重要的它已不是我们需要的蜡烛火焰了，而成为光芒四射的火炬了。

走马灯为什么会转？

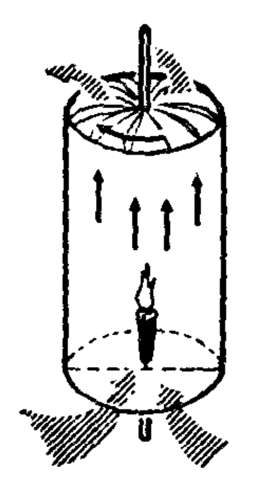
空气具有这样一个特性：当它受了热以后，体积就会膨胀，因而身体变轻（也就是比重变小）向上升；受了冷呢，就会收缩变重而向下沉。

走马灯能够自动不停地转动，就是利用空气这种特性。

我们不妨来研究一下：走马灯最主要的部分，也就是会自动旋转的部分，它的构造是怎样的呢？这往往是一只用半透明薄纸糊成的圆筒形的纸屏，表面画着彩色的图画。圆筒的内部同普通的灯笼一样点着一支蜡烛。所不同的是这只圆筒装在灯架子上一根可以转动的轴上，圆筒底部漏空可以通风，圆筒顶上装有一只纸做的风车。

粗粗一看，灯中间点着的这根蜡烛，它的作用无非是照亮那只会转动的圆筒形的纸屏，使人们能看到上面的图画。谁知道，除了这一点以外，它在这盏灯中间还起着一个重要





的作用，它就是使这只走马灯转动的动力。

当这支蜡烛点燃后，圆筒形纸屏内部的空气被它烧热了，空气一热就上升，当上升的热空气经过纸屏顶上那只风车的时候，完全同一股风经过它一样，会把它吹得转动起来。风车既然是连在这圆筒形纸屏上，因此也就把纸屏带着转动起来了。圆筒形纸屏内部原有的空气向上跑掉了，外面的冷空气就立刻从下面补充进去；因此，就源源不绝地有上升的热空气去吹动那只风车，使圆筒形的纸屏不停地转动，直到蜡烛熄灭为止。

为什么高烟囱比低烟囱好？

如果造两个炉灶，式样是一样的，而且盖得一样好。只不过是：一个炉灶的烟囱盖得高些，另一个炉灶的烟囱盖得很低。

那个盖着高烟囱的炉灶，火烧得很旺，木柴在灶里噼噼啪啪响，火苗儿直往上冒，没一会，饭就烧熟了。

那个盖着低烟囱的炉灶，火却烧不旺，放进去的木柴好

象是湿的一样，满屋子都是烟，叫人呛得要命，而且饭常常烧成夹生的。

这是什么道理呢？

因为炉灶里一生上火，灶里和烟囱里的气体都渐渐地热起来，气体一热就要向上升，从烟囱口跑出来，它空出的位置，就由屋子里的冷空气从炉门口补进去，这就形成了炉灶通风。经验和理论都证明，烟囱的粗细相同时，烟囱越高通风越畅。要保证炉火烧得旺，烟囱就必须砌得适当的高。

烟囱过低，通风就不畅，当然炉火也就不能烧得很旺。如果烟囱过高，通风过畅，也会引起炉内温度降低而影响燃烧。

煤油灯上的玻璃灯罩，跟烟囱的作用是一样的，有了灯罩通风就好，灯火也就特别明亮。

为什么温度计有的装酒精，有的装水银？

天气冷了，温度计里的红色（或银白色的）液柱，一天天

在下降；天气暖了，这液柱又一天天地回升，它能迅速地告诉我们气温的变化。

你知道温度计中的液柱是什么东西吗?

红色的液柱是酒精，银白色的液柱是水银。

为什么有的温度计里灌酒精，有的温度计里又要装水银呢?

酒精和水银各有不同的职能，酒精是很“耐寒”的，它在摄氏零下 117 度才会凝结，就是在地球上温度最低的南极洲，酒精温度计也能用。水银就不同了，在摄氏零下 39 度就凝结，也就不能指示温度了。在我国东北有些地方，冬季的气温也常在摄氏零下 40 度，因此在比较寒冷的地方只能用酒精温度计。

酒精温度计还有一个优点，就是读数清楚。因为酒精柱的膨胀能力比水银要大几十倍，在同样的温度变化下，酒精温度计中的红色酒精柱(加了红颜色的缘故)比水银温度计里的银白色水银柱的长短变化要显著得多。

可是，酒精也有个大缺点，就是同样重量的酒精和水银，要使它们的温度升高摄氏 1 度所花的热量，酒精比水银大得多。使酒精升高(或降低)摄氏 1 度

的热量，大约可以使水银升高（或降低）20 度。对于同样的温度变化，水银温度计比酒精温度计又灵敏得多。因此在作科学实验中，或是在测量人的体温时，一般都用水银温度计。水银温度计还有一个优点，就是能用来测量高温，因为它的沸点高达摄氏 356.6 度。

体温计的水银柱为什么不会自动下降？

你可曾想过：为什么一般温度计的水银柱会跟着温度的降低，自动降下来；而体温计用过以后，一定要用力甩几甩，水银柱才会降下来呢？

这里的秘密在于：一般温度计玻璃管的内径是一样大小的；体温计玻璃管的内径并不一样粗细，而是在水银柱和水银球相接的地方做得特别细。当体温计放在口腔里的时候，水银球里的水银受热膨胀，它就从这个狭窄的口子里挤上去。可是，当体温计从口腔里取出来以后，水银受冷，又立刻收缩。由于这个口子的内径特别狭，收缩的结果，两头的水银就分开了。这个狭窄的内径能阻止水银柱下降。因此，只有用力甩几下以后，水银柱才会回到玻璃球里来。

体温计必须这样做。否则，体温计从口腔里取出来以后，水银碰

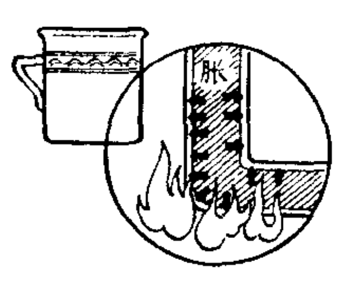
到外面的冷空气，就会立刻收缩下降，那就不能知道人体的正确体温了。

搪瓷用具为什么不能放在火上烤？

我们常用的面盆、漱口杯等，大都是搪瓷制品。虽然它们很光洁、美观又耐用，但是不合理使用时，也很容易损坏。

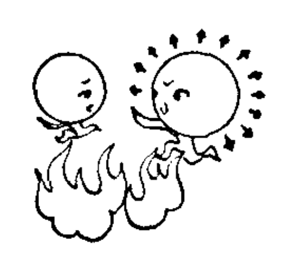


也许你有这样的经验，有时候为了贪图便当，把盛有食物的搪瓷杯，直接放在火上去烧；事后不仅杯底变黑了，而且还产生了许多裂纹。你可曾想过这是什么道理吗？





搪瓷用具是在铁器表面上涂了一层珐琅（搪瓷就是珐琅的俗称）加工做成的。铁和珐琅在受热的时候，膨胀程度是不相同的，当温度突然升高时，铁比珐琅膨胀得厉害，所以有一些地方的珐琅就跟铁脱开了，于是就产生了裂纹。



明白了这个道理，我们也就懂得，需要经受较大温度变化的东西，如果它们是由不同的材料组成的，那么在

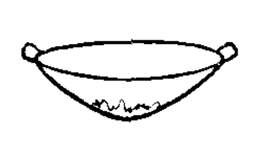
选择材料的时候，必须要考虑到它们的膨胀程度，让它们越接近越好。例如焊接在电灯泡里的那部分金属导线，就必须跟玻璃的膨胀程度相等。这样当温度发生变化的时候，金属导线同玻璃接合的地方就不会松开，以免发生漏气现象，同时又可以避免玻璃被金属导线胀破。

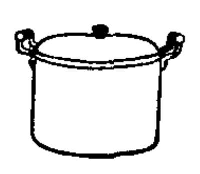
现在建筑房屋和桥梁时，都广泛采用钢筋混凝土，正因为钢和混凝土的膨胀程度几乎完全一样，温度改变时，不会产生有害的作用力，所以建筑物也就特别牢固。

为什么砂锅、铁锅和铝锅底的形状不是一样的？

砂锅底是凹的，铁锅底是凸的，而铝锅底是平的，这是什么道理呢？

首先，从材料力学观点来看：当锅子盛了食物以后，锅底凸的材料内部要承受拉力，而锅底凹面要承受压力。钢铁是一种拉压性能兼优的材料，锅底做成凸的或凹的都可



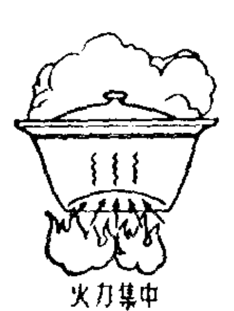












以，因为拉力也好，压力也好，铁锅都能承受。可是砂锅就不行了，它对受力方式很有讲究。砂锅是粘土烧成的脆性材料，只能吃压力，不能承受拉力，所以砂锅底必须做成凹形的。

其次，从使用观点来看：锅子是烹饪的器具，砂锅一般用来燉食物，铁锅用来炒菜，铝锅烧饭，由于用途不同，它们对火力的要求也不一样。肉不大容易烧熟，需要火头比较集中的火来慢慢地燉，砂锅底做成凹的，就能很好地把火头集中在锅底。铁锅炒菜时的情况就不同了，最好火力旺而面广，烹调效果才会好，凸形的锅底受热面大，是符合这个要求的。同时，凸形的锅底，在使用锅铲炒菜食时，菜不容易翻到锅外，炒起来也较方便。

那么铝锅为啥要平的呢？

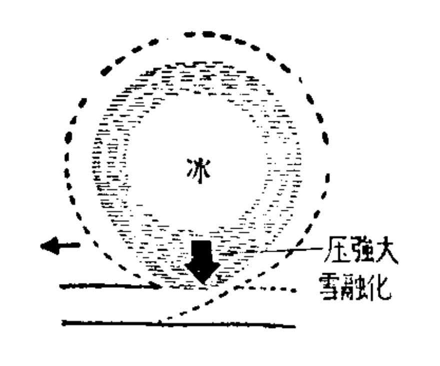
这是因为铝锅是用整块铝板在机器上压造出来的，平底容易压，好在铝锅的任务是煮饭为主，对火力要求不高，锅底平不影响烧饭。

滚热的砂锅放在潮湿的地方，为什么要爆裂？

滚热的食物盛在砂锅里比在铝锅里不容易冷，这是由于陶瓷的砂锅比金属的铝锅传热慢，锅壁又比较厚，就象人们穿着棉衣似的，热不容易传出来。如果把烧得滚热的砂锅，突然放到潮湿的泥地上或是冷的水泥地上，砂锅外壁的热就很快地被传掉，而内壁的热又一下子传导不出来；外壁冷掉后很快地收缩起来，内壁却还很热，没有什么收缩，这种内外不同的收缩，无形中等于使砂锅受到一种外力的撞击；加上陶瓷本身是很脆的，所以往往会立刻裂开。金属的铁锅与铝锅却完全不是这回事了，外壁一冷，内壁的热很快地被传导出来，内外壁的温度始终不会有很大的差别，同时金属又有韧性，所以就毫无问题了。

雪球为什么越滚越大？

大雪刚晴，操场上白茫茫一片积了很厚的雪，小朋友们兴高采烈地堆雪人、打雪仗、滚雪球。要是你滚过雪球，就会知道雪地滚雪球，会愈滚愈大。



雪球为什么会愈滚愈大呢？也许人们会这样想，它和烂泥球在沙上滚动，米粉团子在豆沙中滚动一样，靠着粘附力的作用就愈滚愈大吧！其实并不单是这样，严寒冬天的雪片和雪球本身都不潮湿，它们之间没有多大的粘附作用。那么雪球愈滚愈大，到底是什么原因呢？

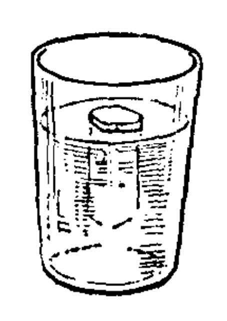
原来冰雪的融点只有在大气压强下才是零度，如果加大压强，融点就会降低，实验证明：当压强增加到大气压的135倍时，在摄氏零下一度，冰就可以融化。

当我们把疏松的雪团紧时，加大了雪片之间的压力，融点就因此下降而融化为水，可是当所加的压力取消后，水又重行结冰把雪片连成雪球。雪球在雪地上滚动时，由于雪片被压着的部分融化和复结冰的关系，就和雪球结在一起。这样不断地滚着、压着，融化、结冰，雪球就愈滚愈大了。



为什么冰总是结在水的表面？

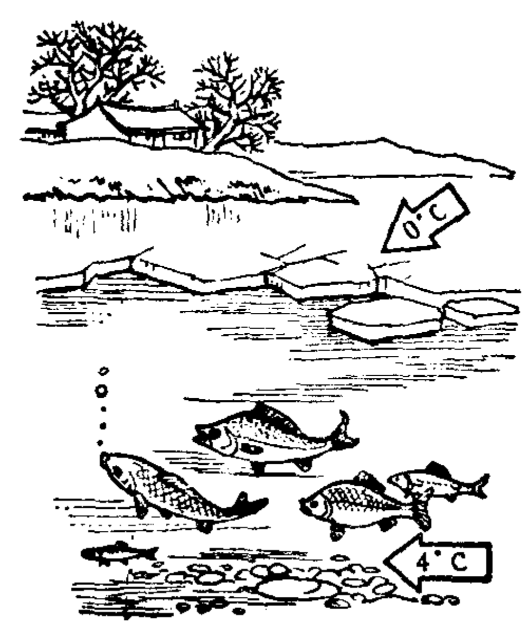
在冬天，只要温度计的水银柱下降到摄氏零度以下，水



就会结冰。

大多数的物体都是热胀冷缩的。水在摄氏4度以上的时候，也是热胀冷缩，但是当它在摄氏4度以下的时候，就变成热缩冷胀了。

严寒的冬天，跟冷空气直接接触的水，总是水面散热较快。当水的温度在摄氏4度以上时，由于热胀冷缩的关系，表面上温度较低的水，总要不断下沉，底部温度较高的水总要不断上升，形成对流现象。这样一来，原来上面较冷、下面较暖的水，很快就会达到温度均匀了。如果继续冷却，等到表面上的水冷到摄氏4度以下时，就变成热缩冷胀了，表面上的水反而比表面下的水来得轻（就是指比重较小），也就不再产生对流现象。由于不进行对流，水的温度就不容易均匀；在比较深的水里，虽然表面上的水已经冷到摄氏零度，底部的水还可以继续保持在摄氏4度左右。因此总是表面的水先结冰。



水在结冰时，大约要增长十分之一的体积，因此它的比重变小，所以冰总是结在水的表面上。

应该说，水的这种怪脾气，对人类是很有好处的。要是水和别的物体一样，也是在冷凝时缩小的话，那么，天一冷，水面上结成

的冰会不断向下沉，到了最后，江河、湖沼里的水，会连底冻结成一块，到明年融化起来可就困难了。

寒冷的冬天，河面上往往结着很厚很厚的冰，甚至人还可以在上面走路或进行滑冰运动。但在冰下面的水里，鱼和虾能照样游动。为什么鱼虾不会被冻死呢，正是由于摄氏 4 度左右的水保护了它们。

海水为什么到了摄氏零度还不会结冰？

冬天，我们可以做一个实验：用一只碗盛清水，一只碗盛糖水，而另一只碗盛盐水，把它们都放在室外。过一夜，如果室外温度已经到了摄氏零度，可以发现清水已经结冰了，而其它两碗水还没有结冰，这说明纯水的凝固点是摄氏零度，而糖水和盐水的凝固点却低于摄氏零度。

海水中含有的盐分很多，所以到了摄氏零度，它还不会结冰。要到温度更低的时候，一部分纯水才能从海水里凝结出来。因此，如果我们捞起一块由海水结的冰尝一尝，它的味道还是淡的。由于冰的密度比水小，比盐水更小，因此海水里的冰总是有十分之一的体积浮在海面上。假如我们远远看见一座海面上的冰山，你就有办法估计出它的整座体积有多大。

为什么雪会保护麦子？

冬天，我们穿棉衣或毛衣的目的，是把我们身体四周的空气固定下来。由于空气本身具有隔热的作用，使外面的寒冷空气不能轻易地侵袭我们，同时使我们身体的热量又不随便散发出去，这样就使我们感到温暖。

下雪的时候，雪是零落地飘下来的。它本身的结构里已经有了一定量的空气，而降到地面以后，层层迭积，又把空气一层层地储蓄起来，这种空气，也不流动，正象我们棉衣里的空气一样。当麦子上覆盖了积雪以后，就象盖上了一床厚厚的棉被，外面气温虽然降低到摄氏零度以下了，也不能轻易侵犯它下面的麦苗。正因为这个缘故，雪对麦子不仅没有危害，还能起保护作用。

不仅是麦子，还有很多越冬的农作物，象蚕豆、油菜、卷



心菜等等，都受到了雪的保护。在严寒而没有雪的时候，人们还特意人工造雪，来保护植物，同时为植物生长提供必要的水分。

为什么井水冬暖夏凉？

井水是冬暖夏凉。这是什么道理？难道它会自动调节温度？

其实，井水的温度并没有多大的变化，变化得厉害的倒是地面上的温度。井水冬暖夏凉，这只是相对于地面上的温度来说的，决不是冬天井水的温度比夏天高。

地球表面直接受到日晒和气流的影响，温度变化得很快，夏天总是比冬天暖得多，白天总是比夜间暖一些。地下的泥土不能直接从大气中吸热，也不能直接向大气中散热，泥土传热又很慢，因此地下温度的变化总是落后于地面。越是在地下深处，这种落后现象越显著。

井水是聚集在地下深处的水，它的温度同地下深处泥土的温度差不多。夏季太阳一出，地面温度很快上升，但地下温度总是升得不那么快，这时井水的温度总比地面上空气的温度来得低，我们摸起来就觉得它特别凉。冬季寒风一起，地面温度很快下降，地下温度却降得不那么快，这时井水的温度也就比地面上空气的温度来得高。因而产生了

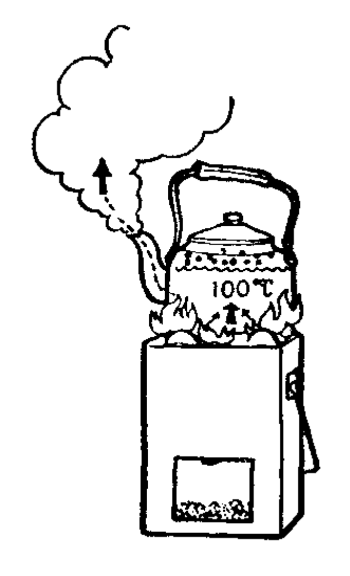
井水冬暖夏凉的感觉。

如果我们用温度计量一量，就会发现井水的温度也是夏天比冬天高的，不过它的变化没有地面上温度的变化那么大，一般只差三四度；而地面上冬夏的温度却相差几十度。

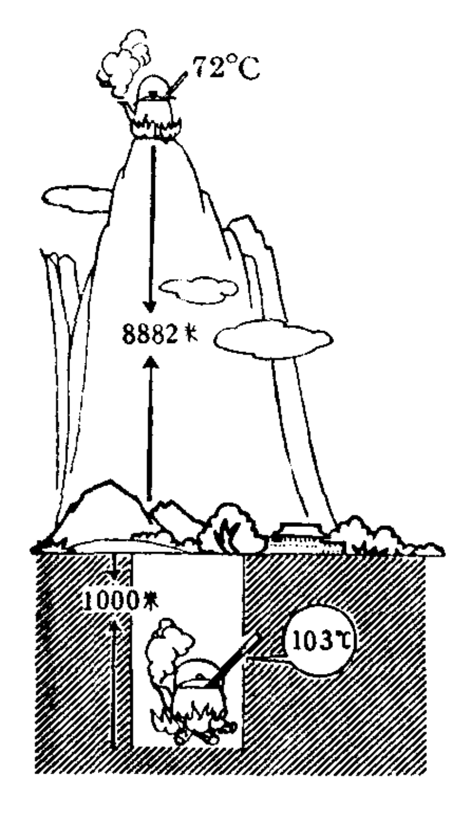
不但井水有冬暖夏凉之感，地窖也同样有此感觉。冬季利用地窖储存水果、蔬菜可以防冻，夏季利用地窖储存水果、蔬菜可以防腐。

为什么水烧到沸点，温度就不会再升高了？

在平常的气压下，水烧到将近摄氏 100 度，就沸腾起来了。也许你想，要是把火烧得更旺些，那么开水的温度该会超过摄氏 100 度吧！是这样吗？假如我们有一个特种的温度计，来测量开水的温度，你就会知道，不管怎样加大火力，温度计里的水银柱再也不上升了，还是停留在摄氏 100 度。



水沸腾起来的时候，虽然它还是不断地从火焰那里大量地吸收热量，但是，它同时要变成蒸汽跑到空气里去。每 1 克水分子化成



蒸汽，都要带走500多卡的热量。这时候火焰把热量一传给水壶，立刻就被水分子带到空气中去了。壶里水的热量不能积聚下来，温度自然就升不高了。尽管你加大火力，但是所增加的热量，只不过使更多的水蒸发罢了，水的温度是升不上去的。

不过，要使水在沸腾时的温度升高，也有一个办法，那就是增加气压。因为作用在水面上的气体压力，总是竭力阻挡着水分子溜到空气里去。气压愈高，水要抵抗气压而开始化成蒸汽，就必须有更高的温度才行。因此让气压增加，水的温度也就升高了。

在地面上，任何物体受到的压强都是1个大气压。从地面往下走，愈往深处走，气压愈大，水的沸点也就愈高；深度平均每增加1公里，水的沸点就提高摄氏3度。在深达300米的矿井里，水要到摄氏101度才沸腾，在1,000米深处是摄氏103度。如果使水承受的压力更大，沸点也就更高。象14个大气压的蒸汽锅炉，它里面的水要到摄氏200度才会沸腾。

当然在相反的情况下，水的沸点也会降低。高山上不

容易把饭煮熟，就是因为高山上气压低，水不到摄氏 100 度就沸腾的缘故。象在世界的最高峰——珠穆朗玛峰的峰顶上烧水，只要烧到摄氏 72 度左右，水就会沸腾了。

油烧着了，为什么不能用水去泼？

木头着火了，往木头上浇水，就能把火扑灭，这是谁都知道的。因为燃烧需要氧气，还需要一定的温度。木头上浇了水，它的表面好象盖了一床“水被子”，把木头与空气隔开了，而且又会使木头的温度降低，这样，火自然就被扑灭了。

水是不会燃烧的东西，所以我们常常用水来灭火。当然，这只是就一般的情况来说的。人们发现：在极其干燥的空气里，木炭几乎不能燃烧！只有空气中含有少量的水汽时，木炭才能很快地燃烧。原来，少量的水是碳燃烧的催化剂，它能加快木炭的燃烧速度。

大量的水，是灭火的好东西。消防队一般就是靠大的水龙来灭火的。

但是，油锅起火或是汽油桶着火了，那千万可别用水去浇，用水不但不能灭火，而且还会使火势变得更大。

这又奇怪了：水能扑灭木头上的火，为什么不能扑灭油锅起火？

原来，油比水轻。当油锅着火的时候，你往里头倒水，水全沉到油层底下去，这样，水不但不能形成一床“水被子”，把油与空气隔开，反而成了一床“水褥子”，使油层往上涨，以至溢出来，油就到处乱窜，大大增加了它与空气接触的面积，火就越烧越旺。

究竟用什么办法对付油呢？办法不少。

如果是烧菜熬油时不小心，引起油锅起火，那只消顺手把锅盖往锅上一盖，把油与空气隔绝开来，火很快地就被扑灭了。

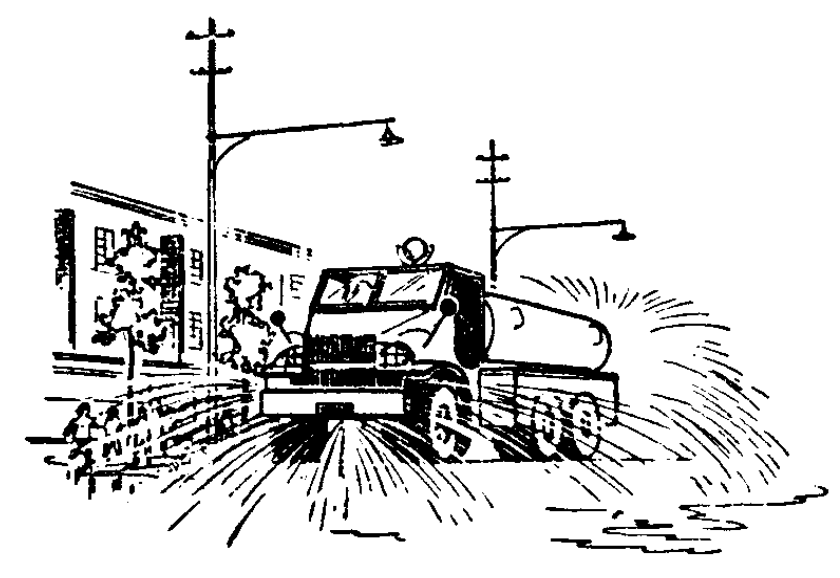
要是汽油桶着火了，消防队员们决不会用水龙，而是使用泡沫灭火机，因为泡沫灭火机一倒过来，顿时从里面喷出大量的二氧化碳气体，二氧化碳既不会自燃，也不助燃，而且比空气重，很快地把起火的油桶包围起来，使它与空气隔绝，把火扑灭。

夏天，柏油马路上为什么常常要洒水？

在闷热的夏天，劳动后，喝碗冷开水，出了一阵汗，人就觉得舒服了。

这是什么缘故呢？原来液体蒸发，都需要吸收热量。汗水蒸发时要从人体上吸去大量的热量，所以人就感觉到凉快舒适。

懂得了这个道理，你就知道为什么从游泳池里出来以后，应当赶紧把身上擦干，以免吹风受凉。



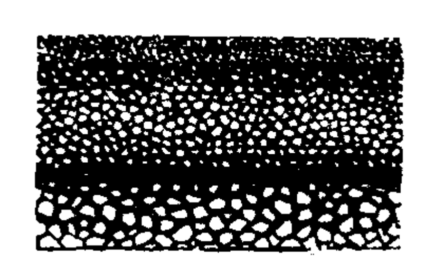
炎热的夏天，走到树林底下会觉得凉爽一些，这不仅是树荫下晒不到直接的阳光，而且树叶子里含有大量的水分，水分蒸发时，使得周围的温度降低。如果摘下一片树叶，覆在面颊上，那么树叶就从人的脸部吸取热量而使水分蒸发，所以脸上覆盖着树叶的这一部分，也就感到格外凉快。

利用水分的蒸发来降低温度，这已经被人们广泛地应用在日常生活和生产劳动中了，居民们常常用洒水来降低室内或门前的温度；马路上常常用汽车洒水以防止柏油的融化；在工厂里，人们用喷射雾状的水滴来清洁空气，降温防暑。

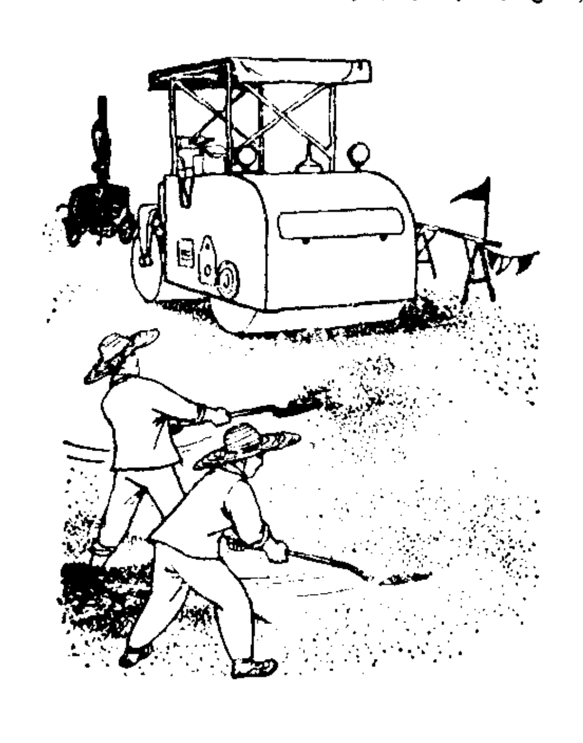
铺柏油马路时，为什么浇沥青后要撒一层石子？

筑路工人在修路的时候，总是把热沥青浇洒在碎石基

层上，接着撒布一层石子，再用压路机滚压几遍；又浇一次沥青，撒一层石子……为什么要这样做呢？



要回答这个问题，先要了解沥青的特性。沥青，是一种优良的粘结材料。它在常温下，是固体或半固体的可塑性物质，表面有黑亮光泽。当温度高到摄氏 150 度左右时，沥青就象液体一样能流动。这时把它装进机器里，就能均匀地浇洒在碎石面上。等沥青凉了，这层沥青薄膜就牢牢"抓"住了每块碎石。假如继续往上浇沥青，那么沥青膜会越积越厚，最后冷凝成一个纯沥青层。由于黑色沥青的吸热力强，在暖和的天气里，沥青马路的表面温度会高出气温十几度，这样路面就会发软；被车辆一压，马路就变得凹凸不平了。为了补救沥青的这个弱点，人们就让石子和沥青合作，互相取长补短。这样，在铺沥青路时，每浇一次沥青，就撒一层石子，然后用压路机一压使它们贴紧；让每一块石子都粘有沥青膜，让沥青膜之间拉起手来，形成一层坚实、严密、不透水的"被子"。这种沥青"被子"往往要盖两层、三层，有的甚至盖四

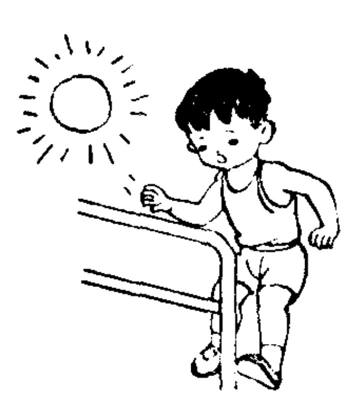


层，以后就是有千万个车轮在马路上面跑过，它也不大会走样。

在同样的温度下，我们摸着铁和木头，为什么觉得冷热不一样？



谁都有这个经验：冬天不论我们摸着什么铁的东西，总觉得比木头的东西要冷些。难道暴露在同一空气下的铁和木头，它们的温度不一样吗？



它们的温度当然是一样的。那么，为什么我们觉得铁比木头冷得多呢？这是因为铁传热比木头快得多；我们握着铁的东西觉得很冷，是由于我们手上的热很快地传到整个铁的东西上去了；握木头东西的时候，手上的热只传到跟手相接触的部分，热不会很快地传走，所以我们握着铁的东西觉得比木头的东西要冷得多。

夏天，在烈日照射下，你摸着铁和木头的时候觉得怎样？我们会觉得铁比木头热得多。虽然情况跟前面的刚刚相反，道理却是一个。因为我们人的体温是摄氏 37 度左右，如果气温达到摄氏 40 度，也就是说，这时候的铁和木头都

比人的体温高，由于铁传热比木头快，所以我们就觉得铁比木头烫得多。

在同温度的情况下，木屑为什么比大块木柴容易着火？

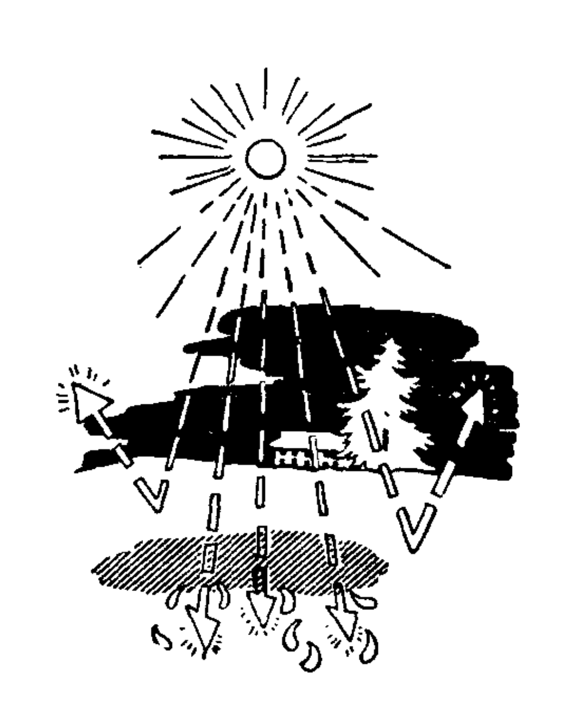
我们看见的燃烧，其实就是物质和空气中的氧气在起激烈的作用。因此，物体是不是着火，除了它本身是不是可燃物，温度是不是已经到达着火点以外，还有一个因素，就是氧气的提供是不是充足。如果可燃物到达了着火点，但是没有氧气，那还是燃烧不起来的。

一块木柴和一堆木屑，虽然是同样的数量，但是木柴和空气的接触面是有限的。木屑却不同了，每粒木屑周围都和空气接触，如果把这些空气接触面加起来，就比木柴的接触面要增加几十倍、几百倍。同时木屑里的水分容易蒸发，比较干燥。因此在同样的着火点下，木屑要比木柴容易着火得多。

在面粉厂、弹花厂、糖厂里，空气里飞扬着许多微小的看不见的屑末。这些飞舞的屑末是非常容易着火的，即使划一根火柴，或一个没熄灭的香烟蒂，都可以引起爆炸或发生火灾。在这些工厂里，都挂着"严禁吸烟"的牌子，正是这个道理。

为什么脏雪比干净的雪先融化?

我们知道，融雪的快慢，是由雪受热的多少来决定的。脏雪比干净的雪能吸收更多的太阳光和热。那么，脏雪自然要比干净的雪容易融化了。



我们在夏天穿浅色衣服，在冬天穿深色衣服，也正是这个道理。夏天，我们穿白色衣服，让它把阳光尽量反射回去，不使火热的太阳来烤热我们的身子。冬天，我们却欢迎暖和的阳光，所以就穿起深颜色的衣服，让它尽量吸收太阳的光和热，使我们的身子得到更多的温暖。

人们还利用反射和吸热的原理，来征服自然界。我国的西北有座祁连山，山上结满了冰雪，可是四周大片的田地，却因缺水而被荒芜。解放后，党领导人民向大自然进军，叫祁连山交出水来。可是祁连山的冰雪是终年不化的，就连夏天炎热的太阳也不能使它融化，太阳光照射上去，马上就被那耀眼的冰雪反射回来。党派出了征服冰山的工作队，带上大量的炭黑，撒遍祁连山，乌黑的炭黑和白色的雪

有着完全相反的脾气，它拚命地吸收太阳的光和热，就这样，被炭黑盖着的冰雪融化了，祁连山终于献出了滚滚的雪水。

为什么热水瓶能保温？

倒一杯开水，让它放着，不久就凉了。

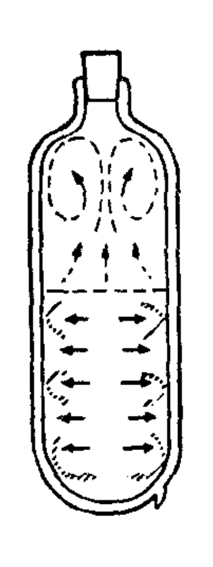
你想过吗，为什么热水会变凉呢？原来这杯热水在它变凉以前，受着三种因素的作用：

第一，周围的环境比它冷，热分子是非常活跃的，它不断跑到冷空气里去，以求得跟外界的温度一样，这叫热的对流。

第二，如果你在杯口上加一个盖，把对流的路断了，这杯水还是会冷的，不过时间要长些。现在的问题不是对流了，而是杯子有传热的性质，这叫热的传导。

第三，即使你想办法解决了杯子的传热问题，水还是会冷的。太阳射到我们身上，我们感到热呼呼的，这个热既不是对流过来的，也不是传导过来的，而是象光线一样，直射过来的，这叫做热的辐射。夏天晚上，太阳已经下山了，但朝西的墙壁，还是散发着热，这也是热的辐射。

因为热的辐射跟光的辐射一样，所以解决辐射问题最



好的办法是把它挡回去。反射光线最好的是镜子，反射热最好的也是镜子。

一只热水瓶胆，我们用塞子把它对流的路切断；用真空的办法把它传导的路切断；留下来的只有辐射了。把瓶胆涂上一层薄薄的银，不是就象镜子一样了吗？这层银把热辐射挡了回去。

完善地把传热的三条道路都杜绝了，热就可以长久地保留下来；但是热水瓶的绝热并不那么理想，仍然有一部分热能够跑出来，因此热水瓶的保暖时间有一定的限度。

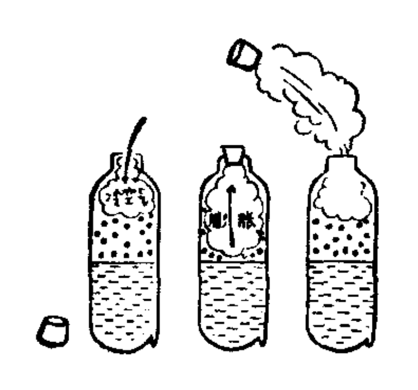
为什么热水瓶的木塞，自己会跳出来？

当你打开热水瓶的木塞，倒了一杯开水，然后又把木塞盖上去的时候，常常会发生这样的事情，木塞象有弹簧似的，会自动地跳出来；而且你揿得越紧，它跳得越高，真象和你开玩笑一样。



是谁在跟你捣蛋呢？原来是空气。

当你把木塞盖上去的时候，一股冷空气也钻进了瓶里，



它到瓶里一受热，体积就要膨胀，由于瓶塞盖紧了，不让它自由膨胀，它就用力去顶木塞。你把木塞盖得越紧，就是把瓶内气体的体积压得越小，因此它的压力也越大，木塞跳得也越高了。

如果你在盖木塞的时候，先把木塞放在瓶口，留出一点缝隙，把水瓶轻轻晃动一下，让水汽微微出来，再把木塞盖紧，就不会跳出来了。

为什么饺子煮熟以后会浮起来？

如果你是北方人，你一定喜欢吃饺子，那么，有个关于饺子的问题你回答得出来吗？

为什么生饺子刚倒进锅里去的时候要沉下去？这是第一个问题。

为什么饺子煮熟以后会浮起来，并且只有浮起来的饺子才是煮熟了的？这是第二个问题。

为什么饺子冷了以后，又要重新沉入锅底？这是第三个问题。你想想看，怎样回答？

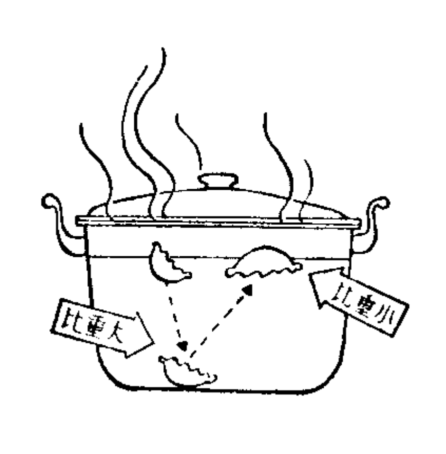
生饺子倒下锅以后，它的比重比水大，所以都沉下去了。但是煮熟以后，为什么又会浮起来呢？

原来，随着炉子的加热，锅中的水和饺子都慢慢地热起来了。我们知道热的物体是要膨胀的。饺子和水也不例外。不过物体受热膨胀的程度是不同的，有的东西膨胀快，有的东西膨胀慢。饺



馅和饺皮的膨胀速度就比水来得快，它们的体积很容易地就增大了许多。这一点，你一定很清楚，熟饺子确是胀得饱饱的，比生饺子大得多。饺子的重量并没有增加，当体积增大以后，单位体积的重量就减小了。等到饺子煮熟，饺馅和饺皮都充分膨胀以后，它的比重就变得比水的比重还小，所以就浮起来了。吃浮起来的饺子，当然不会有夹生的了。

饺子煮熟浮起来以后，当它稍冷的时候为什么又沉下去了呢？原来膨胀快的东西，也一定收缩得快。当水冷下来以后，饺子的收缩要比水的收缩大得多。收缩以后的饺子，单位体积的重量又增加，它的比重又变得比水大了，所以又沉入锅底。

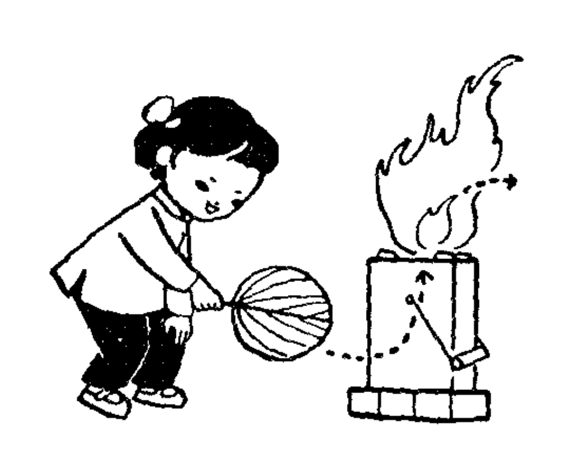


南方人爱吃汤团、馄饨，煮汤团、馄饨同煮饺子的情况是一样的，道理也是一样的。

为什么煤炉越搧越旺，而油灯一搧就熄？

东西怎么会燃烧起来的？

可燃物燃烧要有两个条件，一是可燃物质要达到燃点的温度，二是要有足够的氧气，缺了一条就不行。如果物体只跟空气中的氧气接触，没有达到燃烧所必需的温度，是不会燃烧的。正如我们所有的物体，都处在空气的包围之中，并没有燃烧起来一样；相反，物体虽然达到了燃烧的温度，但是没有氧气的供给，也是不会燃烧的，例如，一支点燃着的蜡烛，用玻璃杯将它罩起来，由于不透空气，过了一会，罩在里面的氧气烧完了，蜡烛也就熄掉了。



一般煤炉或油灯的燃烧，都是含碳物质和氧气剧烈的化合过程。煤炉中煤炭在燃烧时发出的热，使它的温度维持在燃点以上，并且经常给炉子供给空气，所以会不断地燃烧。如果对着煤炉搧风，使煤炉的通风更迅速，得到了更多的氧气，而且燃烧着的煤炭聚在一起，不会被风吹走，温度

不致降低，当然煤炉就燃烧得更旺了。

可是你对着油灯搧风，那就不同了。油，虽然也是靠燃烧所发出的热来维持燃点以上的温度，不过它受到燃点温度的范围很小，当你用扇子对着它搧时，由于火焰被搧得离开了灯头，灯头燃烧的温度就马上降低到燃点以下，油灯也就熄灭了。

你参观过炼钢厂或玻璃厂吧，那里的鼓风机就是起流通空气、提高温度和促进燃烧作用的。另外，在许多小件玻璃器皿的吹制、融接等加工过程中，煤气灯头外面加了一层罩子，一方面可借此调节空气的供应量，也能避免灯头火焰摇晃或熄灭。

为什么超高压能够改变物质的性质?

在自然界里，1 万米深海的压力大约是 1,000 大气压；地心压力大约是 350 万大气压；太阳中心压力又比地心压力大 10 万倍。

可是你知道一个大气压有多大？它约等于在 1 平方米的面积上堆满 1 万公斤东西的重量。

人类为了获得高的压力作过不少的努力。在 20 世纪头 10 年，已经得到了 3,000 大气压，1914 年得到了 12,000

大气压，1935年得到了8万大气压，1940年得到了10万大气压,而现在,生产中已经应用50万大气压,压力的最新纪录是500万大气压!

人类如此热心地追求更高的压力，难道只是为了打破纪录吗？不，高压特别是超高压，已成为改造自然、改造物质的一种新的巨大的力量。

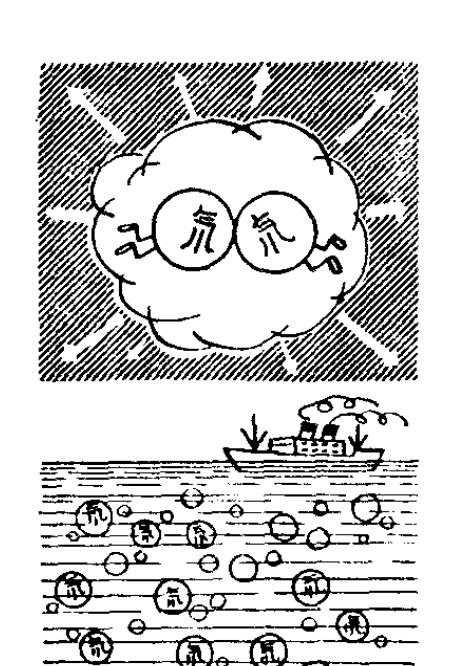
在自然界里,物质的性质有一些是很好的,有一些不是人们所满意的。大理石虽然很漂亮,但可惜太脆弱了,经不起什么打击；钢材虽然很硬，但又太重了,怎样才能根据人们的意愿任意地改变物质的特性呢？这可以说是人类长期以来的理想。自从超高压出现以后,这个理想才逐步被实现起来。人们用超高压改造金属,得到了很大的成功。金属经过拉丝以后,表面的坚固性增加了，但变得很脆，为了消除这个拉丝以后留下的毛病,就要退火，但退完火后，又大大地损失了坚固性,这真是难以两全的事。怎么办呢？把拉丝工作放在超高压的监视之下来进行吧。果然，用8,000个大气压压出来的铝丝，强度比在通常大气压下所拉出来的铝丝大一倍,而没有变脆。用5万个大气压压过的铁,要比非常坚硬的铬还坚硬。在30万大气压下,纯铁的坚固性要提高几万倍。不仅金属很听压力的话，就是非金属也是如此,象大理石、岩盐等这些很脆的材料,放在2～2.5万大气压的液体中处理一下,能失去脆性,而变得特别坚固了。

为什么在超高压下，物质的强度增加了，脆性也减小了呢？

平时，物质的分子与分子之间，原子与原子之间，都不是紧挨着的，彼此都有一定的距离。可是在超高压下，不仅物质的分子被压得更近了，而且，连原子之间的距离，也被压缩了，因而使原子之间的吸引力加强，抵抗外界拉力的能力提高。同时，物质内部也常有一些肉眼看不见的裂痕，这是它的致命的"内患"，一旦遇到外界有什么破坏力量，它就会真的被破坏。受到超高压压过的物质，这种裂痕被压得合在一起了，内患没有了，物质也就变得强而有力了。

有没有用不完的能源？

毛主席教导我们："**人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。**"人类对燃料的不断研究和不断发现，完全证明了毛主席的这个英明结论。现在，在日常生活和生产中所用的燃料，绝大部分是依靠化学燃料，如石油、煤、天然气、木材等。地球上化学燃料的资源不能说是贫乏的，但是将来总有那么一天，这些燃料都用完了该怎么办呢？也许你会说，除了化学燃料以外，还有水力、风力、太阳能、潮汐能等可利用啦。可是它们的利用，都要受到一定自然条件的限制。



本世纪人类在科学技术上取得了一个重大的成就——原子能的和平利用。因为某些重元素(如铀或钍等)的原子核在裂变时，能释放出巨大的能量，1公斤铀所含的能量，约等于2,500吨优质煤燃烧时所释放的能量，虽然铀和钍的能量很大，如果全世界所有的动力装置都采用铀和钍来作燃料，按照目前动力发展的速度来计算，大约可用几百年，因此利用重元素的核裂变来取得能量，也不是取之不尽，用之不竭的。就目前的情况看来，最有希望的能源是轻元素的核聚变反应。自然界中最轻的元素是氢，氢有两个同位素——氘和氚，人们可以从海水中提取到氘和氚。氢、氘和氚都是轻元素。人们经过研究，知道轻元素的原子核相互碰撞时，一个核渗入另一个核中，就会发生聚变反应，而放出巨大的能量。一升海水含有的氘，按它所含的能量来计算，约等于400公斤石油。据估计，海洋中氘的总含量约为25亿吨。1克氘聚变成氦时，可以产生10万度的电能。

如果以当前世界上每年能量消耗的实际情况来计算，地球上的氘，至少能供给人类使用200亿年。因此我们可

以说，用轻原子核的聚变反应，是取之不尽、用之不竭的新能源，但是聚变热核反应这一技术，还没有达到实验室试验成功的阶段，还有待我们去研究哩！

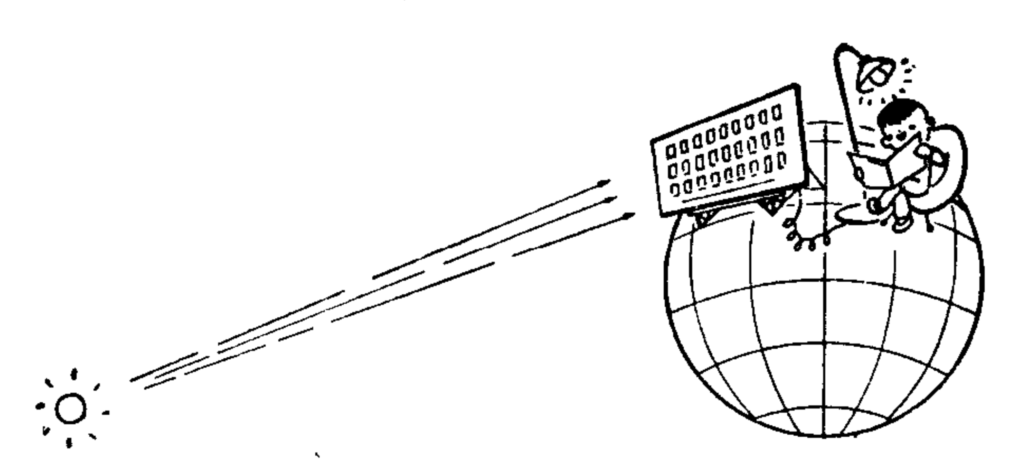
能不能用太阳光照明夜晚？

这个问题似乎难以想象。夜晚，正是地球背着太阳的时候，怎么能借用太阳来照明呢？其实，这并不是什么幻想；现在的半导体技术就可能办到。

在地球上，河边的沙子和山上的矿沙，都含有大量的硅。利用特制的设备，经过复杂的过程可以提炼出纯硅来。硅是一种很有用的半导体。把纯硅切成薄片，均匀地掺进一些硼，再从薄片的一面掺进一些磷；在薄片两面适当的位置装上电极，准备连接电器。这样的东西就是硅阳光电池。它能把太阳光的能量变成电力。当阳光照在薄片上，就产生电流，从掺硼的一面上的电极流过电器，回到另一个电极。如果用蓄电池代替电器，就可以把电力储存起来。夜晚，把日光灯管接上蓄电池，就能照明了。

硅阳光电池既不要燃料，又不用庞大笨重的机器，而且又耐用，管理极简便，是多么理想的电源。例如大小为8厘米见方的硅阳光电池组，可以供给八个管子的半导体收音机用。可惜提炼纯硅是一件比较困难而复杂的事，所以它

期 限 表



的价格很贵，目前不能普遍应用。但在一些特殊场合，已用它作为电源。将来硅的价格便宜了，可以大面积装置硅阳光电池。到那时候，设计房屋就可以考虑怎样具体安排硅阳光电池了。按目前达到的水平来看，如果在3平方米的面积上铺置硅阳光电池，估计每昼夜至少能提供1度的电力。这对一户人家来说，是绰绰有余了。

190328